BERLIN, 8/1947 PREIS: RM 2.–

FUNK-TECHNIK

ZEITSCHRIFT FÜR DAS GESAMTE ELEKTRO-RADIO-UND MUSIKWARENFACH

FT TABELLEN FÜR DEN PRAKTIKER

Nachstehende tabellarische Aufstellungen und Formeln sind besonders für den Funktechniker zusammengestellt. In den nächsten Heften der FUNK-TECHNIK setzen wir die Veröffentlichungen fort

1. Häufig verwandte Formelzeichen

A = Arbeit
C = Kapazität
D = Durchgriff
E = Elektromotorische Kraft
G = Leitwert
I = Stromstärke
K = Kraft
L = Selbstinduktion
M = Gegeninduktivität
N = Leistung
P = Kraft
Q = Elektrizitätsmenge
R = Widerstand
S = Steilheit
T = Schwingungsdauer
U = Spannung, Potentialdifferenz

b = Beschleunigung
d = Dämpfung
f = Frequenz
k = Kopplungsfaktor
m = Masse
l = Länge, Weg
n = Windungszahl
q = Querschnitt
r = Halbmesser
t = Zeit
ü = Übersetzungsverhältnis
v = Geschwindigkeit

$\mathfrak{B}$ = Magnetische Induktion
$\mathfrak{D}$ = Dielektrische Verschiebung
$\mathfrak{E}$ = Elektrische Feldstärke
$\mathfrak{H}$ = Magnetische Feldstärke
$\mathfrak{K}$ = Gegen-(Rück-) Kopplungsfaktor
$\mathfrak{R}$ = Blind- oder Richtwiderstand
$\mathfrak{V}$ = Verstärkungsfaktor
$\mathfrak{Z}$ = Kennwiderstand

g = Übertragungsmaß
i = Stromdichte
ς = Symmetriefaktor

Φ = Magnetischer Induktionsfluß
δ = Verlustwinkel
ε = Dielektrizitätskonstante
η = Wirkungsgrad
ϑ = Logarithmisches Dämpfungsdekrement
$\varkappa$ = Spezifischer Leitwert
λ = Wellenlänge
μ = Permeabilität
ϱ = Spezifischer Widerstand
σ = Streufaktor
τ = Zeitkonstante
φ = Phasenwinkel
ω = Kreisfrequenz

2. Vorsatzzeichen und -bezeichnungen für Maßeinheiten, nämlich für ihre Dezimalstellen bei Verkleinerung und Vergrößerung

Zeichen	Bedeutung	Zeichen	Bedeutung
d	10^{-1} = dezi	D	10^{1} = deka
c	10^{-2} = centi	h	10^{2} = hekto
m	10^{-3} = milli	k	10^{3} = kilo
μ	10^{-6} = mikro	M	10^{6} = mega
n	10^{-9} = nano	G	10^{9} = giga
p	10^{-12} = pico	T	10^{12} = tera

z. B.: 5 mm = 0,5 cm = $5 \cdot 10^{-3}$ m = $5 \cdot 10^{-6}$ km
80 pF = $80 \cdot 10^{-6}$ µF = $80 \cdot 10^{-12}$ F ; 4 MHz = $4 \cdot 10^{3}$ kHz = $4 \cdot 10^{6}$ Hz

3. Einige physikalische und technische Maßeinheiten

Größe	Formelzeichen	Praktische Einheit		Absolute Einheit	
		Bezeichnung	Abkürzung	Bezeichnung	Abkürzung
1	2	3	4	5	6
Weg	l	Meter	m	Zentimeter	cm
Zeit	t	Stunde oder Sekunde	h, sec oder s	Sekunde	sec oder s
Masse	m	Kilogramm	kg	Gramm	g
Geschwindigkeit	v	Meter pro Sekunde	$m \cdot sec^{-1}$	Zentimeter pro Sekunde	$cm \cdot sec^{-1}$
Beschleunigung	b	$b = \frac{v}{t}$	$m \cdot sec^{-2}$	$b = \frac{v}{t}$	$cm \cdot sec^{-2}$
Kraft	K	—	—	Dyn	$g \cdot cm \cdot sec^{-2}$
Arbeit	A	Meterkilogramm	$m \cdot kg$	Erg Joule = 10^7 Erg	$g \cdot cm^2 \cdot sec^{-2}$ —
Leistung	N	Pferdestärke	PS = 75 $mkg \cdot sec^{-1}$	Erg pro Sekunde	$g \cdot cm^2 \cdot sec^{-3}$
Wärme	—	kg-Kalorie	kcal	g-Kalorie	cal
Lichtstrom	—	Lumen	Lm	—	—
Beleuchtungsstärke	—	Lux	Lx	—	—

Wegen elektrischer und magnetischer Maßeinheiten usw. wird auf die Tabelle auf Seite 2 in Heft 6/1947 verwiesen.

4. Umrechnungsfaktoren von Wärme- und Arbeitseinheiten

1 Joule = 0,238 cal
1 kcal = 427 mkg
1 cal = 4,19 Joule = 0,427 mkg
1 mkg = 2.34 cal

5. Vergleich von Leistungseinheiten

	Watt	PS	mkg/sec	Erg/sec
1 Watt	1	$136 \cdot 10^{-5}$	0,102	10^7
1 PS	736	1	75	$7,36 \cdot 10^9$
1 mkg/sec	9,81	$1,33 \cdot 10^{-2}$	1	$9,81 \cdot 10^7$
1 Erg/sec	10^{-7}	$1,36 \cdot 10^{-10}$	$1,02 \cdot 10^{-8}$	1

Unser Titelbild: In einer Radio-Reparatur-Werkstatt *Aufnahme: Willot*

6. Wellenlängen und Frequenzen elektrischer Schwingungen

Art der Schwingung	Wellenlänge	Frequenz
Gleichstrom	unendlich groß	0
Netzwechselstrom	6000 km	50 Hz
Sprach- und Musik- (hörbare) Frequenzen	18 750 km — 16,6 km	16 Hz — 18 000 Hz
lange Wellen (Telegraphie)	20 km — 2000 m	15 000 Hz — 150 000 Hz
Rundfunkwellen	2000 m — 150 m	150 kHz — 2 MHz
Kurzwellen	150 m — 12 m	2 MHz — 25 MHz
Ultrakurzwellen (Meterwellen)	12 m — 1 m	25 MHz — 300 MHz
Dezimeterwellen	1 m — 10 cm	300 MHz — 3000 MHz
Zentimeter- und Millimeterwellen	10 cm — [illegible] und kürzer	3000 MHz — 30 000 MHz und höher

Dieses Spektrum elektromagnetischer Schwingungen wird über Wärme- (Ultrarot-), Licht- und Ultravioletts-trahlung zu noch höheren Frequenzen, z. B. Röntgenstrahlung, fortgesetzt.

FUNK-TECHNIK

Nr. 8 / 1947 — 2. JAHRGANG

FM contra AM

Für diejenigen Leser, die in den weltabgeschnittenen Kriegsjahren und der sorgenbelasteten Nachkriegszeit die technische Rundfunkentwicklung des Auslandes nicht verfolgen konnten, einige Vorbemerkungen:

AM ist die gebräuchliche Abkürzung für „Amplitudenmodulation" und FM[1]) für „Frequenzmodulation". Der europäische Rundfunk verwendet ausschließlich das AM-Prinzip, d. h. die Modulation der Trägerwelle eines Senders mit einer Tonfrequenz wird durch Beeinflussung der Amplitude seiner Hochfrequenzschwingungen erreicht. Das neuere, etwa seit 1935 bekannte FM-Prinzip arbeitet so, daß die HF-Amplitude unverändert bleibt, während die Frequenz im Takt der Tonschwingungen geändert wird. Der Erfolg dieser Modulationsart für den Rundfunkhörer ist: höchste Freiheit von Störungen (auch bei schweren Gewittern), kein Auftreten von Interferenztönen (beim Empfang zweier Sender auf gleicher Wellenlänge wird der schwächere unterdrückt), wenig Schwunderscheinungen, alles in allem eine praktisch ungestörte und naturgetreue Wiedergabe von Sprache und Musik. Nachteilig ist einstweilen, daß FM-Modulation besondere Empfänger notwendig macht und daß wegen der benötigten Bandbreite von etwa 25 kHz heute in erster Linie der Dezimeter- und Zentimeterbereich für die praktische Anwendung in Frage kommt.

Das Rundfunksystem in den Vereinigten Staaten von Nordamerika mit seinen unzähligen kleinen Ortssendern und seiner privatwirtschaftlichen freizügigen Organisation hat der Einführung der Frequenzmodulation bessere Vorbedingungen gegeben, als sie anderswo vorliegen. Dort sind daher sofort nach Kriegsende einige FM-Sender für den Rundfunkbetrieb entstanden, nachdem schon vorher das FM-Prinzip sich für verschiedene Sonderaufgaben bewährt hatte. Ende 1947 sollen bereits 700 solcher Sender, wenn auch nicht nur für Rundfunkzwecke, arbeiten. Das ist, gemessen an den vorhandenen 1200 AM-Stationen, schon eine recht ansehnliche Zahl, aber erst ein kleiner Teil der von der Kontrollbehörde für den FM-Funk zur Verfügung gestellten 3000 bis 4000 Wellenlängen.

Den Anhängern des FM-Rundfunks — und es scheint recht viele davon zu geben — geht die Entwicklung zu langsam vorwärts. Sie können nicht alle das Beispiel der Musikliebhaber von Washington nachahmen. Diese riefen vor einiger Zeit kurzerhand auf kooperativer Grundlage die FM-Station WQQW ins Leben, die durch ihre Verbreitung eines Programms für höchste Anforderungen schnell berühmt geworden ist. Es ist daher verständlich, wenn von Zeit zu Zeit die Streitfrage „AM oder FM" sehr lebhaft diskutiert wird.

Zweifellos ist die Umstellung des Rundfunkbetriebes in einem so großen Lande wie die USA, das überdies die höchste Anzahl von Empfängern aufweist, kein einfaches Problem. Nicht nur daß die plötzliche Aufgabe des AM-Prinzips viele Millionen von Empfangsgeräten wertlos machen würde. Die amerikanischen Rundfunkgesellschaften werden bekanntlich aus den Einkünften der Radiowerbung finanziert. Eine Station, die heute von AM auf FM umstellen würde, sänke zwangsläufig auf einen Bruchteil ihrer früheren Hörerzahl ab und verlöre damit den größten Teil ihrer Werbekunden, die schließlich nicht dafür zu zahlen gewillt sind, daß ihre Werbesendungen nicht gehört werden. Eine Sendegesellschaft kann sich daher zu einer Änderung erst dann entschließen, wenn genügend FM-Empfänger unter ihren Hörern verbreitet sind. Dies aber kann nicht erreicht werden, solange nicht genügend FM-Geräte gebaut sind, und diese wiederum lassen sich nur dann absetzen, wenn wenigstens ein Teil der Sendegesellschaften FM-Sender errichtet. Die Dinge bewegen sich also im Kreise. Dabei ist nicht zu übersehen, daß es um beträchtliche Werte, Gewinne oder Verluste geht. Wenn auch jedermann in den USA ohne große Kosten eine Rundfunksendelizenz erhalten kann, so haben die eingeführten Sender bzw. ihre Wellenlängen doch einen sehr hohen Marktwert. AM-Rundfunkstationen werden zu Preisen gehandelt, die in der Regel ihren Realwert um das Vierfache übersteigen. Eine allein besetzte Rundfunkfrequenz (störungsfrei) stellt einen Wert von rund 2 Millionen Dollar dar. Das ist auch nicht unberechtigt, denn 1945 betrugen die Werbeeinnahmen der amerikanischen Rundfunkgesellschaften nicht weniger als 310 Millionen Dollar.

Unter diesen Umständen erscheint das Vordringen des FM-Prinzips in den USA keineswegs langsam. In diesem Jahre dürfte sogar ein großer Fortschritt zu erwarten sein. Im vergangenen Jahr betrug der Umsatz an AM-Empfängern wertmäßig 650 Millionen Dollar und der an FM-Geräten nur 1 % davon. Für 1947 wird eine Erzeugung von 15 Millionen AM- und 2 Millionen FM-Empfängern erwartet. Ein kombinierter AM-FM-Rundfunkempfänger kostet zwischen 50 und 100 Dollar. Das ist für amerikanische Verhältnisse nicht billig, aber keineswegs absatzhindernd. Zweifellos werden die USA in einigen Jahren über ein ansehnliches FM-Rundfunknetz verfügen und damit über den an Güte der Wiedergabe „besten Rundfunk der Welt".

Darf man für den Rundfunk in den europäischen Ländern ebenfalls eine Entwicklung zur Frequenzmodulation erhoffen? Soweit diese Frage Deutschland betrifft, scheint sie bei der augenblicklichen Lage der Industrie und in Anbetracht der sonstigen Umstände überflüssig zu sein. Wir haben zur Zeit andere Sorgen, so wird man mit Recht einwenden.

Trotzdem sollte man sich vor Augen halten, daß die heutigen Schwierigkeiten nicht ewig andauern werden und daß der Rundfunk durch Annahme des FM-Prinzips neben dem bestehenden Modulationsverfahren neue kräftige Impulse erhalten dürfte. Die mitteleuropäischen Empfangsverhältnisse sind mit der Zeit so unbefriedigend geworden, daß nur noch ein kleiner Teil der Hörer wirklich störungsfreien Empfang kennt. Schon von dieser Seite her wären FM-Sender wenigstens in den größeren Städten als Erfüllung berechtigter Wünsche zu bezeichnen. Europa hat nach den mannigfaltigen Kriegsverlusten einen großen Bedarf an Empfängern. Dies sollte die Möglichkeit bieten, einem FM-Rundfunk in absehbarer Zeit auch genügend Hörer zuzuführen.

Gewiß, das sind Zukunftshoffnungen, zu deren Verwirklichung heute noch alle Voraussetzungen fehlen. Aber wenigstens die technischen Vorbedingungen ließen sich schaffen, damit zu gegebener Zeit ein Anfang vorhanden ist. Irgendwann wird das FM-Prinzip auch im europäischen Rundfunk aufgegriffen werden. Allein wegen der sich dann vielleicht eröffnenden Ausfuhrmöglichkeiten ist eine Beschäftigung mit den technischen Problemen zu vertreten. Schließlich sollte ein Land wie Deutschland, das der Welt soviel an musikalischer Kultur geschenkt hat, auch keine Möglichkeit versäumen, an der Verbesserung der Wiedergabe von Musik im Rundfunk mitzuarbeiten.

R. S.

[1]) In Nr. 9/1947 der FUNK-TECHNIK veröffentlichen wir eine längere technische Abhandlung über die Frequenzmodulation.

ELEKTRO- UND RADIOWIRTSCHAFT

Hinter dem Ladentisch ...

EIN BERICHT AUS DEM WESTEN

An gleicher Stelle werden wir in zwangloser Folge über weitere Probleme des Fachhandels, bearbeitet von unserem R.T.-Mitarbeiter, berichten.

Man möge es nicht verargen, wenn dieser Bericht aus den Westzonen vornehmlich negative Seiten aufweist. Tatsächlich besteht das tägliche geschäftliche Leben eines Rundfunkfachhändlers in ganz Deutschland gegenwärtig fast ausschließlich aus dem aufreibenden Kampf gegen 1001 Schwierigkeiten, wobei die Verhältnisse in allen vier Besatzungszonen durchaus ähnlich liegen. Ihr Berichterstatter bereiste kürzlich drei davon: Ostzone, britische und amerikanische Zone und mußte betrübt feststellen, wie sehr sich die täglichen Sorgen gleichen ... es macht schließlich sehr wenig aus, ob ein Rundfunkgerät nicht repariert werden kann, weil keine Spulen vorhanden sind — oder aber, weil eine Röhre nicht beschafft werden kann.

•

Schon wäre also Thema Nr. 1 eingeleitet. Reparaturen ... davon lebt heute der Fachhändler im Westen, da Waren zum Verkauf leider kaum vorhanden sind. Was sollte auch schon groß verkauft werden? Spiralantennen, mäßig konstruierte Einbauskalen (für die es keine Gehäuse gibt), maßlos überteuertes Material „neuer Fertigung", kleine Kondensatoren und Widerstände an Bastler, die infolge Mangels gerade der wichtigsten Einzelteile doch nicht zum Zug kommen ... Aber davon später!

Früher, in längst entschwundenen Zeiten, war das Reparaturgeschäft nur bedingt ein Geschäft, es lief so eben neben der Verkaufstätigkeit einher. Wir kannten eine Menge solider, oftmals führender Fachgeschäfte, die ihre Reparaturen in die wenigen Spezialwerkstätten lieferten und trotzdem gut existierten. Heute m u ß der Händler reparieren oder er kann sein Geschäft schließen — wenn er nicht zu jener Kategorie der „Neinsager" gehört. Sehen Sie, so:

Der Kunde: „Entschuldigen Sie, ich bitte um Auskunft, ob Sie mal meinen Empfänger reparieren können, der tut es nicht mehr ... (usw.)"

Der Händler: „Nein, n e i n, leider nicht möglich, Material ist überhaupt keins da, ganz besonders keine Röhren, es wird ja immer schlimmer, nichts wird hergestellt, man kann sich drehen und winden wie man will ... (usw.)"

Der Kunde schleicht betrübt hinaus, etwas von „einzigstes Stück, was man noch hat" murmelnd, während unser „verantwortungsbewußter Fachhändler" ärgerlich über die Störung in die Werkstatt schlurft, letzte Hand an einen neuen, selbstgebauten Empfänger zu legen, der schon sehnsüchtig vom zahlungskräftigen Abnehmer (bzw. kalorienmäßigen Landbewohner oder zigarettengesegneten Schwarzmarktfürsten ... wie Sie wollen) erwartet wird. Sicher ist dabei nur, daß das Gerät recht ansehnlich mehr als den entsprechenden Listenpreis „bringen" wird. Tja, es gibt halt Leute, die seit langer Zeit „keine Reparaturannahme" am Laden stehen haben — und neue Geräte haben sie ja auch nicht zu verkaufen, denn die gibt es bekanntlich noch nicht ... können Sie mir verraten, von was diese armen Menschen eigentlich leben?

Boshaft, aber in Ausnahmefällen leider wahr! Nun, wir haben sie, diese Ausnahmen, schonungslos genannt, nun dürfen wir aber das Gros der wirklich tüchtigen und ihrer Aufgabe durchaus bewußten Händler nicht vergessen, deren tägliche Sorge um Material und Strom kreist, nachdem der Winter ... „wir sind noch einmal davongekommen!" — schweigen wir aber über das Wie!

Viel Kopfzerbrechen verursacht die Preisgestaltung der Reparaturen. Hier ist die e i n e Seite: doppelte Röhrenpreise (bei herabgesetzten Rabatten), nahezu alle Einzelteilpreise legal um 50 bis 200 % erhöht, sehr hohe Steuern, die Notwendigkeit, manches Einzelteil schwarz, d. h. zu noch höheren Preisen zu kaufen, halbe Arbeitsleistung der Hilfskräfte ... und jetzt die a n d e r e Seite: Preisstop, Preisüberwachung seitens der Gewerbepolizei — und ganz entscheidend —, das gegen 1939 nur sehr gering gestiegene Einkommen der breiten Schichten unseres Volkes. Wo liegt der goldene Mittelweg, der beiden Parteien in diesem Handel gerecht wird — der v o r und der h i n t e r dem Ladentisch? (Lieber Kollege aus dem Osten, glaube nicht, daß im Westen das Geld so locker sitzt, es ist aus den Städten schon längst für zusätzliche Nahrung aufs Land gewandert oder in den trüben Kanälen des schwarzen Marktes versickert.)

Kalkuliert aber der Fachhändler seine Reparaturen nicht scharf genug, dann steht er fassungslos vor der nächsten Rechnung seines Lieferanten, der kaltlächelnd 480-pF-Blocks mit 3,— RM, lächerlich schlecht zusammengehauene Detektoren mit 4,50 RM, Einbauschalter mit 4,65 RM berechnet, dann noch einen Schwung völlig unbrauchbarer Sicherungshalter für 50 Pfg. das Stück beifügt, wobei festgestellt werden muß, daß die Hälfte des Zeugs nicht bestellt worden ist. Aber es kommt noch besser: die Kiste wurde mit 50,— RM in Rechnung gestellt, bei Rückgabe erfolgt zwei Drittel Gutschrift (bleiben also 16,60 RM zuzüglich Rückfracht als Verlust). Und so geht es lustig weiter ... wo bleibt da die gesunde Kalkulation, wenn man infolge der Unmöglichkeit des normalen Verkaufs einiger gelieferten Dinge die brauchbaren Teile sehr viel höher berechnen muß? Dazu ist es meistens unmöglich, dem Kunden all diese Dinge offen vorzulegen, man muß ihn also schimpfen und – staunen lassen.

•

Unsere Reise durch die Ostzone zeigte, wie sehr viel mehr Einzelteile dort zum Verkauf stehen, teilweise Neuheiten, die recht ansprechend sind. Spulensätze, Hartpapierdrehkos, keramische Kleinkondensatoren usw. stachen ins warenhungrige Auge, man erkannte einmal mehr, wo schließlich der Sitz der elektrotechnischen Kleinindustrie ist. In Nordwestdeutschland sicher nicht, Berlin bleibt doch Berlin, und das Erzgebirge hat sich würdig daneben geschoben. Im Westen aber tröstet man sich mit Heizspiralen und Widerständen ...

Es wurde in diesen Spalten bereits über die Rabattverhandlungen in der britischen Zone berichtet. Die Händlerschaft — Groß- und Einzelhandel — ist durch die vom Wirtschaftsamt in Minden geübte Praxis sehr beunruhigt, die schließlich darauf hinausläuft, die Preise auf Kosten der Handelsspannen niedrig zu halten oder — genauer gesagt — ihre sprunghaften Erhöhungen in eine flacher verlaufende Kurve zu verwandeln. Gegenwärtig beträgt der Rabatt für die bezugsscheinpflichtigen Radiogeräte 13% ... zieht man die 3 % Umsatzsteuer ab, so bleibt praktisch nichts, denn 10 % decken nicht im entferntesten die Kosten der Beschaffung und die sonstigen Spesen – vom Verdienst ganz zu schweigen.

Der Handel wäre noch sehr viel beunruhigter, wenn er seine Existenz wirklich auf dem Handel aufgebaut hätte. Da aber die Anzahl der zugeteilten Bezugsmarken beschämend gering ist, stellt die Rabattfrage nur ein kleines Problem dar, wenngleich es trübe Zukunftsaussichten eröffnet.

Eine andere brennende Frage sind die Röhren ... ein Kapitel für sich! Die allerorts in Zeitschriftenartikeln, Broschüren usw. angepriesenen Wehrmachtsröhren, speziell P 2000, lösen sich entweder auf dem Weg vom Wehrmachtslager zum Händler in Luft auf, bis sie sich, mit erschreckend hohen Preisen geschmückt, wieder verdichten und auftauchen, oder es treiben lediglich einzelne Exemplare an. P 700, P 800 und P-4000 sind etwas leichter zu haben, dafür aber auch nicht so universell verwendbar. Die einzige große Röhrenfabrik in den Westzonen (Philips-Valvo, Hamburg) hatte monatelang unter Strom-

mangel zu leiden. Anscheinend geht der größte Prozentsatz der längst nicht wieder friedensmäßigen Produktion an die apparatebauende Industrie, während der Fachhändler kaum Röhren bekommt, besonders auch deshalb nicht, weil die Wirtschaftsverwaltung die ausgegebenen Röhrenbezugsmarken viele Monate hindurch nicht zur Weiterbelieferung durch die Fabrik zuließ. Wie groß daher die Bereitschaft war, Röhren auf Bezugschein abzugeben, kann sich jeder leicht vorstellen.

AMERIKANISCHE ZONE

C. Schaub Apparatebau-Gesellschaft m. b. H.

Die C. Schaub Apparatebau-Gesellschaft m. b. H., Pforzheim, Östliche 132, wurde noch im Februar 1945 so stark beschädigt, daß erst umfangreiche Bauarbeiten durchgeführt werden mußten, ehe der Betrieb wieder aufgenommen werden konnte. Alle Schwierigkeiten wurden jedoch überwunden und im Juli 1946 konnte die Fertigung beginnen. Hergestellt wurden anschlußfertige Zweilautsprecher im Ausmaß von monatlich einigen Tausend Stück. Außerdem wurden noch Sperrkreise gebaut, die laufend zur Auslieferung kamen. Das Streben der Firma galt der Fertigung von Rundfunkgeräten. Stromsperren, Kohlenmangel u. a. mehr zögerten den Apparatebau bis Ende Januar 1946 hinaus. Seit diesem Zeitpunkt läuft die Fertigung und es ist zu hoffen, daß die Firma auch durchführen kann, was sie plant. Vorerst wurden Einkreiser-Geräte hergestellt. Im April-Mai hofft man zum Bau von Zweikreiser-Geräten übergehen zu können und will dann im Herbst Klein-Supergeräte in das Arbeitsprogramm aufnehmen. Den Engpaß bilden auch hier die Materialschwierigkeiten, die jede Planung mit Ungewißheiten umgeben. — Die Firma arbeitet zur Zeit mit 300 Arbeitskräften.

Bewirtschaftung von Glühlampen

Die Ländervertreter von Bayern, Württemberg-Baden und Hessen berieten in Stuttgart über die gemeinsame Bewirtschaftung von Glühlampen für die englische und amerikanische Zone. Ein Protokoll bringt die einheitliche Auffassung der Länder der US-Zone zum Ausdruck, wonach eine allzu detaillierte Bewirtschaftung der Glühlampen nicht tragbar ist, sondern ähnlich, wie bisher, eine Lenkung der Glühlampenproduktion als ausreichend erscheint. Die Produktion ist so gering, daß der Normalverbraucher für den Bezug von Glühlampen noch nicht in Frage kommt.

Verteilte Rundfunkgeräte 1946.

Die Firmen Blaupunkt, Atlas, Telefunken, Padora, Siemens, Selbt haben in der Zeit vom 15. Januar 1946 bis 15. Januar 1947 die Gesamtzahl von 2917 Rundfunkgeräten ausgeliefert. Davon entfielen auf politisch und rassisch Verfolgte 630, auf die Militärregierung in Bayern 114, als Firmenanteil für Lieferverträge und Materialbeschaffung 645, als Kontingent für die außerbayrischen Länder der US-Zone 488, als Hilfskontingent für Heime, Lager und Schwerstversehrte 441, für Blinde 162 und als Dienst- und Behördenkontingent einschließlich Presse 437 Stück.

BRITISCHE ZONE

Lötkolben- und Lötapparate-Fabrik Ernst Hähnel, Lüdenscheid

Diese Firma ist aus dem Erzgebirge nach Westdeutschland zugewandert und heute die einzige Lötkolben- und Lötlampenfabrik in der britisch-amerikanischen Zone. Das Unternehmen ließ sich zunächst in Wuppertal-Cronenberg nieder, wanderte jedoch im Oktober 1946 nach Lüdenscheid weiter, weil sich hier die Möglichkeit einer Anlehnung an einen leistungsfähigen Halbzeuglieferanten, die Westfälische Kupfer- und Messingwerke AG. vorm. „Casp. Noell, Lüdenscheid, bot, und damit die Sicherstellung des Bezugs der wichtigsten Vormaterialien für die Fertigstellung von Lötapparaten. Das Unternehmen versorgt Reichsbahn, Reichspost, Bergbau und öffentliche Versorgungsbetriebe mit seinen Erzeugnissen.

Telefunkenplatte G. m. b. H., Hannover, erhielt das Permit

Die Telefunkenplatte G. m. b. H., Hannover, hat von der Nachrichtenkontrolle der britischen Militärregierung die Lizenz zur Herstellung und zum Vertrieb von Schallplatten erhalten. Lizenzträger sind die Herren Julius Drogies und Dr.-Ing. Hans Werner Steinhausen.

Bereinigte Hackethal-Bilanz. Verlustabschluß für 1945

Nach wiederholten Teilbeschädigungen der Anlagen der Hackethal Draht- und Kabelwerke AG., Hannover, in den Jahren 1942 bis 1944 kam die Fertigung durch einen schweren Luftangriff am 5. Januar 1945 vollständig zum Erliegen. Erst im August 1945 konnte die Produktion im Metallwerk wieder aufgenommen werden. Inzwischen sind auch die übrigen Werkanlagen so weit betriebsfähig gemacht worden, daß die bisherige Fertigung, Herstellung von Kabeln, isolierten und blanken Leitungen sowie Erzeugnissen der Nichteisenmetallindustrie, in beschränktem, aber stetig steigendem Umfange wieder anlaufen konnte. Sie ist begrenzt durch die infolge der Ernährungslage bedingte Verkürzung der Arbeitszeit; der angestrebten Produktionserhöhung stehen der Mangel an Arbeitskräften, die Schwierigkeiten bei der Rohstoffbeschaffung sowie die unzureichende Energiezuteilung entgegen. (Aus Handelsblatt, Westd. Wirtschaftsztg., d. 6. März 1947.)

Glühbirnenherstellung

Bis zum Ende des Krieges gab es in der britischen Zone keine Firma, die Glühbirnen herstellte. Die Einrichtung von Glühbirnenunternehmen war schon deshalb nicht möglich, da es an Automaten zum Blasen von Glühbirnenkolben fehlte. Man behalf sich bis jetzt damit, daß man diese Kolben manuell herstellen ließ. Dies ist der Grund für die immer noch völlig unzureichende Erzeugung von Glühbirnen. In diesen Wochen hat die Osram G. m. b. H. sich im Ruhrgebiet auf dem Gelände der Ruhrglashütte eingerichtet. Osram stellt hier Automaten auf, so daß in Glühbirnen in den Stärken von 15 bis 100 Watt mit einem größeren monatlichen Ausstoß ab Mai zu rechnen sein wird. Von diesem Zeitpunkt an werden dann nur noch die größeren Birnen mit 150 bis 200 Watt und darüber manuell hergestellt.

Die Arbeitsaufnahme bei Osram wird gleichzeitig auch der Hohlglasindustrie eine Entlastung bringen, da viele der bei diesen Firmen vorhandenen Rundöfen, die für die Herstellung der Glühbirnen beschlagnahmt waren, dann wieder für die eigene Erzeugung der Hohlglasfirmen frei werden.

Tony Adels, Elektro- und Wärmetechnik, Bergisch-Gladbach

Das Unternehmen, das sich mit der Herstellung von Schalt- und Verteilungsanlagen bis 1 kV, Fernmelde-Regel- und Registrieranlagen sowie elektrischen Heizpatronen, Heizstäben und Heizringen befaßt, erhielt am 30. Januar 1947 das große Produktionspermit. In einer Spezialabteilung werden außerdem Diebstahl-Einbruch-Sicherungsanlagen gefertigt.

FRANZÖSISCHE ZONE

Narkoseüberwachung elektrisch

Aus Tübingen wird gemeldet: B. Franck und J. Prast haben ein Gerät entwickelt, das auf elektrischem Wege die Wirkung der Narkose am Patienten registriert. Die kurz vor Beginn der Narkose sichtbar werdenden intensiven regelmäßigen X-Schwingungen werden nach dem Einschlafen von immer stärker auftretenden S-Wellen überlagert. Mit Vertiefung der Narkose über das Rauschstadium hinaus nehmen die X-Schwingungen ab, während die S-Wellen sich deutlich ausprägen. Im Toleranzstadium treten die S-Wellen mit größter Intensität auf. Die Verminderung der Narkosetiefe zeigt sich durch Wiedereinsetzen der X-Schwingungen und Ausfall der S-Wellen an. Die Frequenz- und Spannungsunterschiede sind so auffällig, daß sie mit bloßem Auge unterschieden werden können.

SOWJETISCHE ZONE

Regeneration von Glühlampen

Die Firma Kahle & Cleß in Leipzig hat nach bereits früher angewandten Methoden die Regeneration von Glühlampen begonnen. Aus den Birnen wird eine kreisrunde Scheibe herausgeschnitten, sodann werden die Leuchtfäden wieder instand gesetzt und mit einem Spezialapparat wird der Ballon unter Luftentleerung wieder mit Glas verschweißt. Die regenerierten Lampen haben bei der Hälfte des Neupreises eine Brenndauer von etwa 8000 Stunden.

Konstruieren heißt Fertigmachen

Worauf es für die Verkaufschancen eines Apparates ankommt

Wenn ein Boxer seinen Gegner im Ring „fertigmacht", will er das Treffen mit einem klaren Sieg entscheiden. In der Technik bedeutet „fertigmachen" einen Apparat so durchzukonstruieren, daß nichts mehr daran zu verbessern bleibt. Schon früher hat es an der vollständigen Erfüllung dieses letzten Sinnes des Konstruierens bei uns mancherorts gefehlt. Wenn daher ein internationaler Techniker an eine „fertige Konstruktion" dachte, sah er im Geiste den Ford-Wagen vor sich, der geradezu zum Symbol dafür geworden ist. Ford hat unter anderen allgemein gültigen Konstruktionsgesetzen auch die Forderung aufgestellt, daß man einen Wagen erst hundertmal auseinandernehmen muß, bevor man den Wert seiner Konstruktion richtig beurteilen kann. Das gilt auch für den Radioapparat — aber wie wenige Baumuster der letzten Zeit würden eine solche Prozedur aushalten!

Gewiß hat man heute mit allem Schwierigkeiten. Und die „Serien", die man auflegen kann, scheinen auch besondere konstruktive Bemühungen gar nicht zu lohnen. Dieser Zustand wird sich auch nicht so schnell ändern. Trotzdem müssen wir, wenn wir den Anschluß an die Welt wiedergewinnen wollen,

marktreife Konstruktionen

bringen.

Ob eine Konstruktion „marktreif", d. h. „fertig" ist, entscheidet sich erst in den Werkstätten, die das Gerät nach Jahren bei der Reparatur durchläuft. Die Mechaniker in solchen Betrieben kennen das Klagelied über unreife Konstruktionen in allen Variationen. Gerade in unserem Fach finden sich dicht beieinander Konstruktionen von vollendeter Reife — und andere, die nur minderwertige Bastelarbeit sind. Der Hauptgrund dafür ist, daß am Radioapparat immer drei Väter beteiligt sind: der elektrische Konstrukteur, der mechanische — und schließlich der Verkäufer, der für das Gehäuse, die Skala, die Knöpfe und andere Äußerlichkeiten verantwortlich ist. Natürlich hält jeder sein Gebiet für die Hauptsache — und läßt sich von dem anderen nichts sagen. Außerdem streitet sich jeder mit dem Kalkulator herum, der den Aufwand begrenzt, so daß eine an sich vorzügliche elektrische Konstruktion manches Mal in geradezu kindlicher mechanischer Unfertigkeit herauskommt — oder daß ein elektrisch und mechanisch durchaus fertiger Empfänger in einem Gehäuse erscheint, das seinem Wert nicht im geringsten entspricht. Marktreif aber ist eine Konstruktion erst, wenn elektrische und mechanische Eigenschaften und das Aussehen aufeinander abgeglichen sind.

Wir wollen an einigen Beispielen zeigen, worauf es dabei ankommt, erheben aber für diese Aufzählung weder den Anspruch, daß sie vollständig sei — noch den, daß die hier aufgeführten Fälle die wichtigsten wären.

1. Die Regler

Eine Empfängerkonstruktion ist erst dann marktfertig, wenn die Funktion der Regler eindeutig bezeichnet ist. An jeder Stelle, wo sich ein Optimum der Leistung eindeutig ergibt, muß dieses fest eingestellt, also ein Regler an dieser Stelle entbehrlich sein. Wenn der Klang so „hingebogen" ist, daß er der Mehrzahl der Kunden gefällt, wird also eine Tonblende nicht benötigt. Man braucht keine Störblende, wenn der Apparat so durchkonstruiert ist, daß er bei einer gegebenen Empfindlichkeit ein Minimum an Störungen aufnimmt. Ist aber ein Regler unerläßlich — z. B. für die Lautstärke —, dann muß er so bezeichnet sein, daß sich eindeutig ergibt, wo die Anfangs- und Endstellung liegt — und nach welcher Richtung die Lautstärke zunimmt. Ist ein Trennschärferegler vorgesehen — beispielsweise in Form einer Bandfilterkopplung —, so ist dieser so zu bezeichnen, daß die Richtung „mehr Trennschärfe" gekennzeichnet ist — bei einem Baßregler die Richtung „mehr Bässe" ... usw.

2. Die Befestigungsschrauben

Es ist meist nicht einfach, ein Chassis aus seinem Gehäuse zu nehmen. Denn die Variationsmöglichkeiten zwischen der Befestigung mit einer einzigen schräg eingeschraubten Holzschraube einerseits — und mit einem Dutzend Metallschrauben mit Muttern, Unterlegscheiben und Gegenmuttern andererseits sind sehr groß. Seltener, als man wünschen möchte, ist ein großzügiger Konstrukteur mit der Lösung dieser anscheinend einfachen Aufgabe betraut worden. Wir schlagen vor, alle Schrauben, die bei Ausbau des Chassis gelöst werden müssen, mit einem weißen Farbring zu kennzeichnen. Das gleiche gilt für eventuell zu lösende Lötverbindungen. Es sei aber für die Zukunft grundsätzlich die Forderung aufgestellt, daß ein Chassis ohne Lötkolben ausgebaut werden kann. Wenn der Lautsprecher nicht direkt auf dem Chassis montiert ist, muß seine Verbindung so gemacht sein, daß sie in einfachster Weise beim Ausbau gelöst werden kann ohne Zuhilfenahme eines Schraubenziehers oder eines Lötkolbens. (So etwas gab es früher schon oft, aber aus Preisgründen ging man wieder davon ab.) Schraubverbindungen oder Steckverbindungen sind gleich praktisch — und haben sich auf dem Markt bewährt. Gerade wenn man die Schrauben bezeichnen muß, wird man auf diese einfachen, aber für den Käufer und Reparateur so wichtigen Dinge hingestoßen und kommt von selbst darauf, ihnen Aufmerksamkeit zu schenken. Wenn eine Konstruktion dieses Problem nicht oder nur halb löst, ist sie unfertig. Denn solche Probleme sind nicht unlösbar für die Konstrukteure. Warum sie bei mancher Konstruktion so schlecht behandelt wird, ist meist eine Folge von Gleichgültigkeit oder Gedankenträgheit.

3. Trimmen und Abstimmen

sind in der Reparaturpraxis regelmäßig wiederkehrende Aufgaben, die der Apparatebauer bei der Konstruktion berücksichtigen muß. Eine Firma, die nicht trimmen kann, darf nicht zur Reparatur zugelassen werden. Umgekehrt aber müssen endlich einmal grundsätzlich — und nicht nur wie bisher in Ausnahmefällen — die Trimmfrequenzen auf der Skala verzeichnet oder in das Chassis eingeschlagen werden. Die Trimmstellen selbst sind durch Farbringe zu kennzeichnen. Es geht nicht an, daß man Schaltschemen herausgibt, in denen die Angaben fehlen über:

1. Zwischenfrequenz,
2. Trimmfrequenzen bei kurz, mittel und lang,
3. Bündigkeitsmarke oder Angabe der Frequenz, bei der die Bündigkeit von Rotor- und Statorpaket vorhanden ist,
4. Spannung an den Elektroden der Röhren,
5. Stellungen des Wellenschalters.

Schaltschemen, die diesen Bedingungen nicht entsprechen, sind für den Reparateur praktisch beinahe wertlos. Da man aber annehmen muß, daß nur sehr selten das Schaltschema zur Hand ist, wenn eine Reparatur kommt, wäre dringend zu wünschen,

daß das Schaltschema auf die Innenseite der Chassisabdeckplatte fotografiert wird.

Wenn man dies tut — der Vorschlag ist in Amerika schon längst durchgeführt worden —, muß man natürlich zu allererst eine gute Zeichnung als Vorlage haben.

Um sie anzufertigen, muß man wissen, was sie alles enthalten soll. Weil es so arg wichtig ist, sei in Fettdruck zu-

sammengefaßt, was eine brauchbare Servicezeichnung enthalten muß:

1. Die Spannungen an den Elektroden der Röhren, soweit sie nicht selbstverständlich sind, nämlich funktionell eindeutig voneinander abhängen, so daß eine einzige zur Charakterisierung aller genügt. (Die Ströme sind nicht notwendig, da man ja meist die Spannungen mißt.)
2. Eindeutige und klare Charakterisierung des Wellenschalters und seiner Stellungen.
3. Klare Darstellung der regelbaren Glieder und ihrer Funktion.
4. Dimensionierung sämtlicher Einzelteile. (Die Amerikaner geben neuerdings bei Spulen und Transformatoren sogar die ohmschen Werte an.)
5. Angabe der Zwischenfrequenz.
6. Angabe der Gleichlaufpunkte, die gleichzeitig die Trimmfrequenzen sind.
7. Angabe der Anfangs- und Endfrequenz in den einzelnen Wellenbereichen.
8. Angabe der Leistungsaufnahme bei einer bestimmten Spannung.
9. Röhrenbestückung.

Machen Sie bitte einmal den Versuch, irgendein Schaltschema, das Sie gerade zur Hand haben, nach diesen neun Gesichtspunkten hin durchzusehen! Sie werden feststellen, daß bei jedem irgendeine Angabe vergessen ist.

4. Die Trimmstellen

Wenn der Konstrukteur auf das Trimmen Rücksicht nimmt, ordnet er die Spulenkerne und Trimmer so an, daß man sie mit dem einfachsten Werkzeug erreichen und gleichzeitig auch die Skala des Empfängers beobachten kann. Gewiß wird es nicht immer leicht sein, diese Forderungen bei dem Trimmen ohne Chassisausbau zu erfüllen. Aber die Güte einer Konstruktion erkennt man gerade daran, daß auch schwierige Forderungen erfüllt sind.

5. Befestigung von Bedienungsknöpfen

Die Verpackung in größeren Einheiten spielt beim Export eine wichtige Rolle. Daher ist es unerläßlich, daß bestimmte Profilmaße eingehalten werden — und daß möglichst nur auf der Vorderseite Bedienungsknöpfe über das Profil hinausragen. Der Apparatebauer muß überlegen, daß bei der Verpackung in seefesten Kisten sehr oft der Raum ebensoviel kostet wie das Gewicht. Darum muß man die Profilmaße im lose verpackten Zustand so klein wie möglich halten. Einmal hat es einen Empfänger gegeben, bei dem sich die Knöpfe abziehen und in tote Befestigungsvorrichtungen auf der Rückwand einstecken ließen. Man bedurfte weder zur Montage noch zur Demontage irgendeines Werkzeugs. Aber angeblich war diese vorzügliche Sache zu teuer und sie wurde verlassen. Heute murkst man glücklich wieder mit 3-mm-Madenschrauben herum, ohne eingekerbte oder angefeilte Achsen — und beginnt damit gleichsam wieder von vorn.

6. Die Skala

Wenn wir exportieren wollen, müssen wir damit rechnen, die Apparate unter sehr schwierigen Transportbedingungen weithin zu verschicken. Wenn da schon überhaupt eine Glasskala in Betracht kommt, dann mache man sie mindestens so, daß sie von außen leicht abnehmbar ist und für sich allein verpackt werden kann. Man berücksichtige bei der Lagerung und Befestigung der Glasskalen mehr als bisher die besonderen Bedingungen des Werkstoffes Glas — und die Tatsache, daß es auch einem einfachen Händler möglich sein muß, eine zerbrochene Skala auszuwechseln.

7. Die Sicherungen

sind häufig die Aschenbrödel im Apparat und werden so versteckt angebracht, daß sie niemand findet. Es muß gefordert werden, daß sie an einer solchen Stelle montiert werden, wo man ohne Werkzeug hinzukommt — und sie ohne weiteres auswechseln kann. Angabe ihrer Größe ist unbedingt erforderlich, entweder in der Beschriftung der Rückwand — oder noch besser auf dem Sicherungshalter.

8. Typ und Rückwandbeschriftung

In Zukunft muß unbedingt sowohl die interne Fabrikbezeichnung wie die Marktbezeichnung des Empfängertyps sowohl in das Chassis eingeschlagen wie auf der Rückwand verzeichnet werden. Denn für den Reparateur ist der Name des Typs genau so wichtig wie für einen modernen Menschen sein Name im Reisepaß. Außerdem muß das Chassis die Apparatnummer, nach Möglichkeit auch das Baujahr und die Typen der Röhren enthalten, die man am besten mit einem Stempel, gleich neben die Fassungen in das Alublech einschlägt, mindestens aber auf der Rückwand des Empfängers verzeichnet. Auch die Angabe der Stromart ist zweckmäßig. Dahingegen ist eine andere Angabe unerläßlich: die Charakteristik des Lautsprechers und seines Übertragers. Hierfür genügt die Angabe des Übersetzungsverhältnisses und der Belastbarkeit bei permanent-dynamischen Lautsprechern, während bei elektrodynamischen noch die Angaben über das Feld hinzukommen. Am besten werden diese Werte in die Zeichnung aufgenommen — oder sie werden in das Metall der Lautsprecherarmierung eingeschlagen. Eine vollständige Kennzeichnung könnte vielleicht folgendermaßen aussehen:

40-4-1600-6

Das soll heißen: Lautsprecher mit einem Transformator 1 : 40 und 4 Watt Sprechleistung, 1600 Ω Lautsprecherfeld mit 6 Watt Leistung. Aus diesen heute noch fehlenden Angaben lassen sich alle übrigen wünschenswerten Daten ableiten.

9. Skalenbeleuchtung

Eine gut beleuchtete Skala ist am Empfänger kein Luxus und hilft mehr verkaufen als mancher andere Vorteil. Daß die Lampe elektrisch so geschaltet sein muß, daß sie möglichst wenig von den Einschaltstromstößen beeinflußt wird, ist selbstverständlich. Aber ein Punkt sei besonders erwähnt: das Lämpchen muß ohne Werkzeug auswechselbar sein. Sitzt es also an einer Stelle, zu der man schlecht hinzukommt, so muß die Leitung so weit verlängert sein, daß man den Lampenhalter leicht herausziehen und dann die Glühlampe ausschrauben kann.

10. Der Antrieb

In den letzten Jahren vor dem Krieg hat man dem Kondensatorantrieb bei uns viel größere Aufmerksamkeit gewidmet als in Amerika. Im Exportmarkt zeigte sich, daß die Kundschaft im Ausland darauf sehr großen Wert legt. Zwischenzeitlich ist die Kurzwelle noch wichtiger geworden als damals. In diesem Bereich spielt die Einstellung eine besonders wichtige Rolle. Der Antrieb muß so fein sein, daß auch mit groben Händen im 20er Band noch leicht eingestellt werden kann. Es ist keineswegs Luxus, wenn der Konstrukteur hier einen Aufwand in vernünftigen Grenzen treibt. Denn ein Gerät verkauft sich viel leichter, wenn es einen feinen Antrieb hat. Einfache aber gut konstruierte Friktionsantriebe genügen, wenn das Material stabil und gut verarbeitet ist.

•

Alle hier aufgezählten Punkte fördern

die Verkaufsfähigkeit des Gerätes.

Und das ist das Entscheidende. Das Geschäft macht immer der Apparat, der sich am leichtesten verkauft, d. h. derjenige, dessen Konstruktion am sorgfältigsten durchdacht und ausgeführt ist. Eine Konstruktion ist aber nicht fertig, wenn sie verkaufstechnische Mängel hat. Je mehr man sich um die scheinbar so einfachen Fragen des Service kümmert, je sorgfältiger man die Idee Kundendienst durchdenkt, desto leichter ist das Gerät zu verkaufen. Und weil wir wünschen, daß unsere deutschen Empfänger in dieser Hinsicht auf dem Weltmarkt gut abschneiden sollen, müssen wir uns wieder bemühen, die kleinen Käuferwünsche zu beachten. Es ist für einen deutschen Konstrukteur gar nicht so einfach, sich wieder über die Bedeutung dieser „Kleinigkeiten" klar zu werden. Aber er muß es tun, wenn wir die Konkurrenzfähigkeit auf dem Weltmarkt wieder erreichen wollen.

Otto Kappelmayer

DR. ING. PAUL G. VIOLET

Farbiges Fernsehen – in Amerika publikumsreif

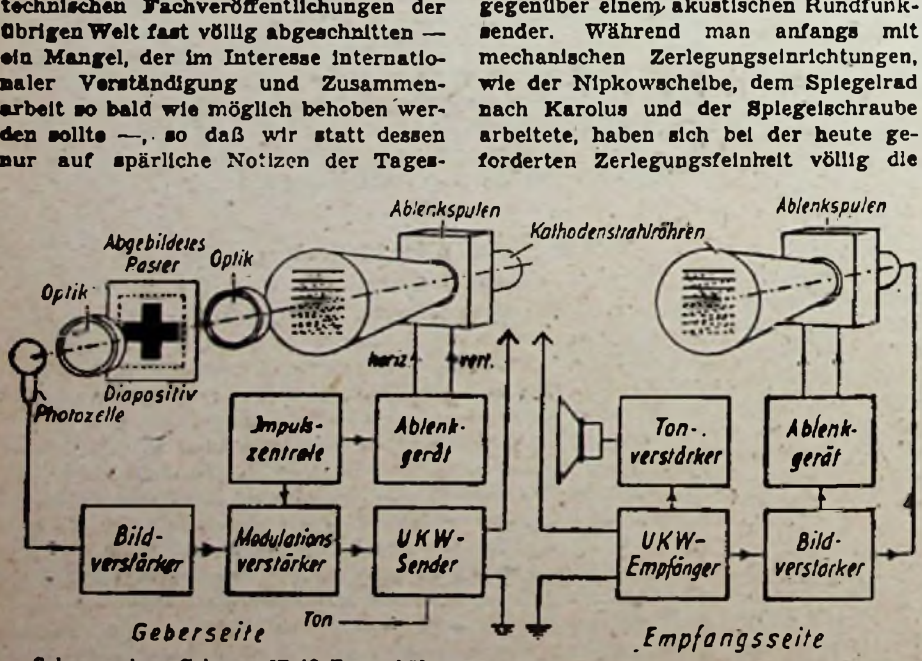
Durch die Tageszeitungen geht die Nachricht, daß die „Columbia-Broadcasting", eine der größten nordamerikanischen Rundfunkgesellschaften, bei den Bundesbehörden um die Lizenz für farbige Fernsehübertragungen nachgesucht habe, und daß man hoffe, Fernsehbilder in natürlichen Farben der Öffentlichkeit sehr bald rundfunkmäßig darbieten zu können. An Tragweite und Stichhaltigkeit dieser Erklärung dürfte kaum zu zweifeln sein, denn schon während des Krieges erreichten uns von jenseits des Ozeans vereinzelte Informationen über erfolgreiche Arbeiten aus diesem Gebiete, das dort durch den Zwang des Krieges weniger unterdrückt wurde als bei uns. Bereits für das Schwarz-Weiß-Fernsehen waren drüben ein Netz von 22 Stationen und eine Teilnehmergemeinde von etwa 6000 Empfängern vorhanden, als fester und entwicklungsfähiger Kern, mit welchem die zivile Fernsehtechnik den Krieg überleben konnte. Auch der Großbildempfang nach dem Projektionsverfahren hatte einen hohen Stand erreicht. Gerade letztere Technik ist von besonderer Bedeutung für das Fernsehen in Farben, das sich drüben besonders an den Namen von Dr. Peter C. Goldmark, den Entwicklungsleiter der Columbia („CBS") knüpft. Auch in England hat man sich, besonders John L. Baird, seit vielen Jahren mit dem Problem des Farbfernsehens erfolgreich bemüht, während man in Deutschland vorwiegend mit dem Ausbau der Übertragungstechnik von Schwarz-Weiß-Bildern beschäftigt war und jetzt die an sich hochentwickelte deutsche Fernsehtechnik durch Krieg und Nachkriegsereignisse ein jähes Ende genommen hat.

Auch heute noch sind wir von den technischen Fachveröffentlichungen der übrigen Welt fast völlig abgeschnitten — ein Mangel, der im Interesse internationaler Verständigung und Zusammenarbeit so bald wie möglich behoben werden sollte —, so daß wir statt dessen nur auf spärliche Notizen der Tagespresse angewiesen sind. Aus diesem Grunde ist es noch nicht möglich, die zur Zeit in Amerika und anderswo benutzten Anordnungen und Prinzipien genau wiederzugeben, vielmehr müssen wir uns darauf beschränken, unseren Lesern das Wesen der farbigen Fernsehübertragung an Hand früherer Veröffentlichungen und Vorarbeiten nahezubringen.

Ausgangspunkt und Grundlage ist in jedem Falle die Übertragung unbunter Fernsehbilder, d. h. die Schwarz-Weiß-Technik, auf welche zunächst um des Verständnisses besonders der jüngeren Leser kurz eingegangen werden muß. Dem Laien mag besonders eine mit unzähligen Glüh- und Glimmlämpchen bestückte Fläche als Empfangsbild vorschweben. Tatsächlich hat man auch schon solche Großbilder aufgebaut und gezeigt, jedoch nur mit Hilfe einer raffinierten Zerlegungs- und Übertragungstechnik. Bereits bei mäßiger Güte der Auflösung wäre es technisch und wirtschaftlich überhaupt nicht durchführbar, jedes Bildelement der Empfangsseite mit dem entsprechenden der Geberseite, etwa einer von vielen Fotozellen, durch eine besondere Leitung oder einen sonstigen Übertragungskanal zu verbinden. So ist man darauf angewiesen, durch mechanische oder elektronische Abtaster das Bildfeld in eine zeitliche Aufeinanderfolge einzelner Helligkeits- bzw. Stromwerte sowohl im Geber wie im Empfänger aufzulösen bzw., genauer gesagt, es in letzterem wieder aufzubauen. Zwischen beiden Stationen kommt man dann mit einem einzigen Übertragungskanal aus, wobei es sich in der Regel um ein Frequenzband des Ultrakurzwellenbereichs von mehreren Megahertz Bandbreite handelt, also um das Vielfache gegenüber einem akustischen Rundfunksender. Während man anfangs mit mechanischen Zerlegungseinrichtungen, wie der Nipkowscheibe, dem Spiegelrad nach Karolus und der Spiegelschraube arbeitete, haben sich bei der heute geforderten Zerlegungsfeinheit völlig die auf der Katodenstrahlröhre (Braunsche Röhre) beruhenden elektronischen Abtaster, geberseitig insbesondere das Ikonoskop nach Zworykin, durchgesetzt, welche trägheitslos arbeiten und daher höchste Übertragungsgeschwindigkeit zulassen.

In Abb. 1 ist das Wesen einer Schwarz-Weiß-Fernsehübertragung dargestellt, und zwar der Einfachheit halber mit normalen Katodenstrahlröhren sowohl im Geber (Leuchtschirmabtaster) wie auch im Empfänger. Durch die von der Impulszentrale gesteuerten Ablenkgeräte wird der Leuchtfleck in gleichmäßigen, horizontalen Zeilen über den Leuchtschirm geführt, die sich, oben links beginnend und bis unten rechts fortschreitend, zu einem Bildfeld oder „Raster" von überall gleicher Helligkeit zusammensetzen. Bildet man dieses Raster, das so oft in der Sekunde geschrieben werden muß, daß kein Flimmern mehr auftritt und auch Bewegungsvorgänge im Bilde sprungfrei wiedergegeben werden können, auf ein Diapositivbild ab und sammelt das hindurchgetretene Licht auf eine Fotozelle, so ergeben sich in dieser zeitlich schwankende Stromwerte, je nachdem, ob das Abbild des Leuchtpunktes durchsichtige oder undurchsichtige Stellen der Gebervorlage überstreicht. Diese nunmehr in eine zeitliche Folge elektrischer Strom- bzw. Spannungswerte umgesetzten Helligkeitswerte werden gemeinsam mit den Gleichlaufimpulsen und dem begleitenden Ton dem Sender als Modulation zugeführt und vom drahtlosen Empfänger des Teilnehmers wieder aufgenommen. Die Vorgänge auf der Bildempfangsseite sind jetzt leicht zu verstehen: durch die ausgesiebten Gleichlaufimpulse wird auch hier ein Raster auf dem Schirm einer Katodenstrahlröhre erzeugt, dessen Helligkeit hier aber zeitlich, d. h. also örtlich so schwankt, daß auf Grund der aufgedrückten Helligkeitssteuerung das ursprüngliche Bild wieder sichtbar wird. Dazu ist unbedingter „Gleichlauf" erforderlich, d. h. der Leuchtfleck muß sich in jedem Zeitpunkt — auch bei allen weiteren Fernsehempfängern — genau an der gleichen Stelle befinden wie auf dem Schirm der Abtaströhre des Gebers. Auch Personen und bewegte Filme können auf diese Weise mit entsprechenden Anordnungen übertragen werden, wobei sich eine Vielzahl physikalischer, mathematischer und technischer Probleme, die hier übergangen werden müssen, ergibt.

Erheblich komplizierter liegen die Dinge beim Farbfernsehen, weil hier nicht allein die lineare Schwarzweißskala, sondern die nur in einer räumlichen Anordnung darstellbare Vielheit der gemischten Farben übertragen werden muß. Um die hierbei neu auftretenden Forderungen zu verstehen, ist es notwendig, auf einige Grundtatsachen der Farbenlehre und Farbmetrik zurück-



Schema einer Schwarz-Weiß-Fernsehübertragung mit Leuchtschirmabtaster auf der Geberseite

Zeichnung: Trester

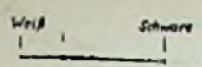


Abb. 2a. Grauskala.

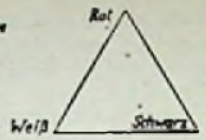


Abb. 2c. Farbdreieck.

Abb. 2b. Farbenkreis.

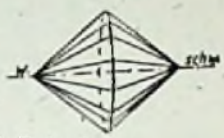
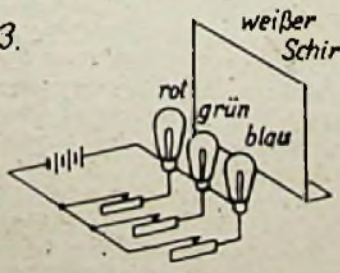


Abb. 2d. Farbenkörper.

zugehen. In Abb. 2 a ist die Skala der Grauwerte dargestellt, die sich von Schwarz nach Weiß erstreckt und für praktische Zwecke durch eine Reihe nebeneinander aufgeklebter Plättchen von verschiedenem Schwarz- bzw. Weißanteil dargestellt werden kann. Man bezeichnet sie auch als die Reihe der „unbunten" Farben. Die reinen „bunten" Farben ergeben sich bekanntlich bei der Zerlegung weißen Lichts durch ein Prisma. In linearer Anordnung nach Wellenlängen fortschreitend, werden sie bekanntlich als „Spektrum" bezeichnet. Für praktische Zwecke fügt man dunkelrotes und dunkelviolettes Ende zusammen und kommt so zu dem Farbkreis nach Abb. 2 b. Maßgebend für den Lichteindruck einer reinen Farbe ist neben dem Farbton, also ihrem Lagewert auf dem Farbenkreise, als zweiter Wert ihre Intensität. Völliges Fehlen jeder Lichtintensität wird als „schwarz" empfunden. Alle in der wirklichen Umwelt auftretenden, also die „gemischten" Farben entstehen aus einer reinen (gesättigten) Farbe durch Mischung oder Verdünnung mit Weiß als sogenannte ungesättigte Farben, gemäß einer etwas anderen Darstellungsweise durch sogenannte Verhüllung entweder mit Weiß oder Schwarz. Darstellungsmäßig kann man hiernach für jeden Farbton, beispielsweise Rot, nach Abb. 2 c ein Dreieck anfertigen, dessen Spitzen durch den reinen Farbton selbst sowie durch Weiß und durch Schwarz gebildet werden und welches alle Zwischenwerte enthält. Als Zusammensetzung sehr vieler derartiger Farbdreiecke ergibt sich schließlich der doppelkegelige Farbkörper nach Wilhelm Ostwald mit der Grauskala als Achse und dem Farbkreis als größtem Umfang. Er veranschaulicht die außerordentlich große, dreidimensionale Mannigfaltigkeit der wirklich vorkommenden Farben, die bei jeder Reproduktion in Farbendruck oder Film wiedergegeben bzw. seitens der Fernsehtechnik übertragen werden müssen. Aus technischen Gründen empfiehlt es sich nun nicht, von den drei Größen: Wellenlänge, Intensität und Sättigung, durch welche sich jede natürliche Farbe darstellen läßt, auszugehen, vielmehr werden bei allen praktischen Verfahren abgeleitete Größen benutzt, die sich aus den inneren Harmoniebeziehungen des Farbenkreises und den darauf beruhenden Gesetzen der Farbenmischung ergeben. Durch Mischung gleicher Intensitätsanteile sämtlicher Spektralfarben kann man wieder weißes Licht zurückerhalten, beispielsweise wenn man den Farbkreis rotieren läßt, wobei ein farbloses Grau erscheint. Dies gelingt aber auch schon, wenn man nur drei einzelne, um gleiche Abstände auf dem Farbkreis voneinander entfernte Farben gleichwertig miteinander mischt. In der Regel wählt man hierfür Rot, Blau und Grün und erhält bei der Mischung einen je nach Intensität bis zu „Weiß" empfundenen Grauwert. In Abb. 3 ist eine Mischanordnung hierfür veranschaulicht, in welcher drei verschieden eingefärbte, einzeln je über Widerstände regelbare Lampen einen weißen Schirm beleuchten, der bei richtig gewählten Lichtstärken tatsächlich als weiß erscheint. Das Interessante ist nun, daß man durch geeignete Mischung der drei Farben, also durch verschiedene Intensitäten derselben jeden beliebigen wirklichen, ungesättigten Farbton herstellen kann. Man benötigt auch hier drei Einzelwerte, hat aber den großen Vorteil, von tatsächlich vorhandenen und herstellbaren Farben bzw. Farbfiltern ausgehen zu können. Zu bemerken ist hierbei, daß bei verringerten Ansprüchen auch Zweifarbenverfahren Anwendung finden, bei welchen die Grundtöne sich auf dem Farbenkreise gegenüberliegen.

Abb. 3.



Zusammensetzung von Farben.

Fernsehmäßig gesehen ergibt sich somit als Aufgabe für die Farbenübertragung, daß a) das Bild der Geberseite in drei verschiedenfarbige Teilbilder, die getrennt zu übertragen sind, aufzulösen ist, andererseits b) auf der Empfängerseite drei einzelfarbige Fernsehbilder einzeln aufzubauen und zum farbigen Gesamtbilde zusammenzufassen sind. Da der Farbwechsel nach dem heutigen Stande doch nur mechanisch-optisch, d. h. durch bewegte Filtergläser vorgenommen werden kann, ist man gezwungen, ihn bei möglichst tiefen Frequenzen, also tatsächlich als Teilbild- (Raster-)wechsel durchzuführen. Farbwechsel von Zeile zu Zeile oder gar von Bildpunkt zu Bildpunkt erscheint demgegenüber als ziemlich hoffnungslos. Die eigentliche Auflösung und Übertragung erfolgt auch hier nur als eine rein zeitliche, indem in regelmäßiger Reihenfolge die drei Teilbilder nacheinander übertragen werden. Da man mit der Farbwechselfrequenz aus Flimmergründen in der Nähe der gegenwärtigen Bildfrequenz bleiben muß, ergibt sich zwangsläufig bei farbiger Übertragung und gleicher Bildauflösung, also gleicher Rasterfeinheit, die dreifache Bildpunktzahl in der Sekunde und damit ein zu übertragendes Frequenzband von dreifacher Breite gegenüber dem Schwarzweiß-Fernsehen. Als Vorteil erscheint, daß ein farbiges

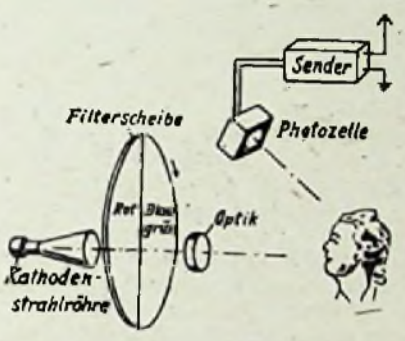
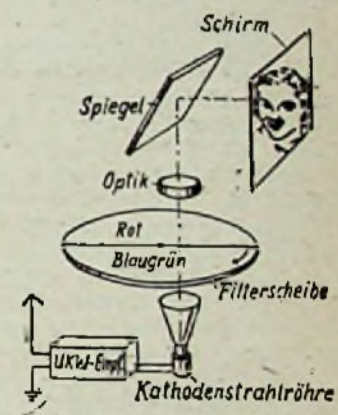


Abb. 4. Zweifarbige Fernsehsendung (Baird 1941).

Abb. 5. Fernsehempfang mit zweiteiligem Farbfilter.



Fernsehbild, auch in unverdunkelten Räumen, in denen ein schwarz-weißes verblaßt, eine wesentlich bessere Auflösung des Bildinhalts und Wiedergabetreue zeigt, so daß man u. U. bei ihm mit der Zerlegungsfeinheit und daraufhin mit den Bandbreitenanforderungen zurückgehen kann. Dies ist mindestens für die Übergangs- und Einführungszeit von Bedeutung, weil der gleiche Sender nach Bedarf zwischen beiden Übertragungsarten umgeschaltet werden könnte. Ein beträchtlicher Mehraufwand ist in jedem Falle zu erwarten, denn wichtige Verstärkungs-, Übertragungs- und Ablenkorgane müssen sowohl auf der Gebe- wie auf der Empfangsseite verdreifacht werden, wozu noch die optisch-mechani-

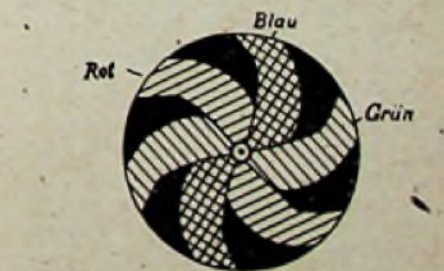


Abb. 6. 3-farbige CBS-Filterscheibe.

schen Hilfsmittel zur Farbenumschaltung hinzukommen. Letztere Forderung dürfte empfängerseitig dazu führen, daß man von der direkten Schirmbildbetrachtung zu Projektionsverfahren übergeht, um die rotierende Farbwechselscheibe möglichst klein halten zu können. Wieweit sich neben diesem, hier in seinen Grundzügen geschilderten Farbwechselverfahren, das viele Abwandelungen zuläßt, noch andere durchsetzen werden, kann nur langjährige Weiterentwicklung erweisen. Daß Elektronenstrahlabtaster heute an erster Stelle stehen, ergibt sich aus ihrem trägheitslosen Arbeiten und dem Stande ihrer Technik.

Bei den ersten Übertragungsversuchen und Vorführungen, die Baird 1928 in London durchführte, benutzte er noch die Lochscheibe nach Nipkow, jedoch nicht mit einer, sondern mit drei Lochspiralen, die sich hintereinander längs ihres Umfanges folgten und mit verschiedenfarbigen Filtern bedeckt waren. Gleichartige Scheiben rotierten im Geber und Empfänger synchron und gleichphasig. Auf diese Weise wurden jeweils nacheinander bei einer Umdrehung ein rotes, blaues und grünes Bild abgetastet bzw. wiedergegeben, und zwar in so schneller Folge, daß die Teilbilder sich der Trägheit des Auges zu einem farbigen Gesamtbilde zusammenschlossen. Zehn Jahre vergingen seit diesem mit Hilfsmitteln sehr geringer Zerlegungsfeinheit durchgeführten ersten Versuch, bis Baird erneut mit einem verbesserten System an die Öffentlichkeit trat, diesmal mit Projektionsempfang auf einer Bildgröße von 3,7×2,8 m vor 3000 Zuschauern. Benutzt wurde als Abtaster ein Spiegelrad mit 20 Spiegeln bei 100 Umdrehungen pro Sekunde; entsprechend einem 20zeiligen Teilraster. Durch dreifachen Zeilensprung (leichtes gegenseitiges Verschieben mehrerer Teilraster gegeneinander in Vertikalrichtung) erhielt er daraus ein 120zeiliges Bild auf je 3 Teilraster mit Hilfe einer besonderen 12teiligen Schlitzscheibe, die sich im Strahlengang befand und gleichzeitig der Farbumschaltung diente. Als zu übertragende Farben wurden nur Blaugrün und Orangerot benutzt, indem die Schlitze abwechselnd mit solchen Filtern bedeckt waren. Zur Lichtmodulation diente eine Kerrzelle.

1939 zeigte Baird bereits Fernsehempfang mit einer Katodenstrahlröhre, vor deren Leuchtschirm eine Farbscheibe rotierte, unter Beibehaltung des Spiegelrades auf der Geberseite. Bei 34 Spiegeln, 100 Umdrehungen pro Sekunde und dreifachem Zeilensprung ergab sich ein Bild von 102 Zeilen, bei welchem stets aufeinanderfolgende, 34zeilige Teilraster blaugrün und rotgelb waren, so daß ein vollständiges Farbbild auf je 6 Teilraster entfiel. Durch Wahl einer geraden Anzahl von Farben, aber ungeraden von Teilrastern, erreichte er, daß sich die verschiedenen Farben im Bilde genau überdeckten. Die nächste Stufe war bereits ein 600zeiliges Bild mit einer Katodenstrahlröhre und Farbscheibe auch im Geber, bei 200zeiligem Grundraster und dreimaligem Zeilensprung, nach dem Zweifarbenverfahren. Das Prinzip derartiger Übertragungen geht aus Abb. 4 und 5 hervor, wobei zweifarbige Filterscheiben vor den Leuchtschirmen sowohl der Abtaströhre im Geber wie der Projektionsröhre im Empfänger rotieren. Trotz der nur zweifarbigen Filter soll die Wiedergabe ausgezeichnet gewesen sein. Von 1942 erreichte uns eine Nachricht über die Heimempfänger der Firma Baird für Dreifarbenfernsehen und plastisches Farbfernsehen mit Zweifarbenbildern bei 600 Bildzeilen, von 1943 über weitere Verbesserungen, durch welche die umlaufende und durch ihr Geräusch störende Filterscheibe erspart wird. Drei Bilder in blau, rot, grün werden übereinander, unter Vorsatz entsprechender Farbfilter, auf dem Leuchtschirm der Katodenstrahlröhre des Empfängers reproduziert, oder zwei in blaugrün und orangerot, wenn man ein Zweifilterverfahren benutzt. Die Zusammensetzung erfolgt rein optisch, indem vor diesen Teilbildern angebrachte Linsen parallele Strahlen auf eine große Sammellinse werfen, welche ihrerseits die Primärfarbenbilder auf einem Bildschirm zu dem farbigen Gesamtbild zusammensetzt. Man muß annehmen, daß die Anforderungen an Lichtstärke und Abbildungsqualität der Optik sehr erheblich sind. Bestechend ist die Einfachheit des Prinzips. Ob und wieweit es sich bis heute durchgesetzt hat, ist uns noch nicht bekannt. Auch das nächste Problem, das des stereoskopischen Fernsehens in natürlichen Farben, ist mit Hilfe von Dreifarbenfilterscheibe, Trennspiegeln und rotierender Blendenscheibe 1941 von Baird gelöst worden.

Bezüglich der amerikanischen Entwicklungsarbeiten auf dem Farbfernsehgebiet, die den britischen in ihren Ergebnissen kaum nachstehen dürften, verfügt der Verfasser über weniger Material. Bei einer im September 1940 in New York erfolgten Vorführung des Columbia-Broadcasting-Systems wurden geber- und empfangsseitig rotierende Filterscheiben in rot, grün und blau benutzt, die je 6 Filtersegmente, und zwar je 2 gleichfarbige, besaßen (Abb. 6). Die von einem Farbfilm aufgenommenen Bilder wurden mit 343 Zeilen und einer Bildwechselfrequenz von 120 pro Sek. übertragen. Als Geber wurde zunächst eine Farnsworth-Röhre benutzt; von der Umstellung auf Ikonoskop erwartete man noch vergrößerte Empfindlichkeit. Die Empfangsröhre hatte einen reinweißen Schirm von außergewöhnlicher Helligkeit. Die Filterscheibe rotierte mit 20 Umdrehungen pro Sekunde, benutzt wurde ein Zeilensprung 2 zu 1, so daß 60 vollständige Bilder pro Sekunde übertragen wurden, andererseits die kleinste Farbwechselfrequenz 40 pro Sek. betrug. Auf diese Weise wurde Flimmern auch bei den hellsten einfarbigen Stellen mit Sicherheit vermieden.

Seit Juni 1941 erfolgten täglich Farbfernsehsendungen in New York, um das CBS-System praktisch zu erproben. Eine farbige Reproduktion aus einer amerikanischen Zeitschrift etwa von 1943, die wir besitzen, zeigt zwei Originalbilder (Blumenvase und Studioszene) sowie ihre Wiedergaben auf dem Empfangsschirm bei ausgezeichneter, fast der Qualität unserer farbigen Tonfilme entsprechenden Wiedergabe, außerdem den Erfinder Goldmark mit seiner Filterscheibe.

Man wird nicht fehlgehen, wenn man dem farbigen Fernsehen eine überaus große, heute noch nicht absehbare Bedeutung als Unterhaltungs- und Belehrungsmittel von allergrößter Suggestionswirkung zuschreibt, das sich zwangsläufig durchsetzen und den rein akustischen Rundfunk ergänzen, wenn nicht gar weitgehend ersetzen wird. Seine Auswirkungen auf das alltägliche und öffentliche Leben, auf gegenseitige Verständigung zwischen Menschen und Völkern, auf Wissenschaft, Technik und Wirtschaftsleben sind heute in ihrer Tragweite noch nicht vorauszusehen.

Die elektrischen Maßsysteme

5. Die Umrechnung von elektrostatischen Einheiten in elektromagnetische Einheiten

Bisher wurden lediglich die Einheiten der elektrischen und magnetischen Größen in den beiden CGS-Systemen behandelt, ohne daß etwas über die Umrechnung einer Größe von einem Maßsystem in das andere ausgesagt wurde. Betrachten wir z. B. die Spannung U. Sie wird im el.st.M. in der Einheit $cm^{1/2} g^{1/2} s^{-1}$ gemessen, im el.m.M. dagegen in Einheiten $cm^{3/2} g^{1/2} s^{-2}$. Es ist nun zu fragen: Wieviel elektrostatische Spannungseinheiten entsprechen einer elektromagnetischen Spannungseinheit? Bezeichnen wir den Zahlenwert für die Spannung U im el.st.M. mit U_s, für die gleiche Spannung U im el.m.M. mit U_m, so können wir zunächst ansetzen

$$U_m = c \cdot U_s \qquad (24)$$

Betrachten wir die Einheiten von U_m und U_s, so steht auf der linken Seite $cm^{3/2} g^{1/2} s^{-2}$, auf der rechten $c \cdot cm^{1/2} g^{1/2} s^{-1}$, also muß, damit die Gleichung erfüllt ist, c die Einheit $cm\ s^{-1}$, also die Einheit der Geschwindigkeit besitzen. Der Zahlenwert von c ergibt sich experimentell zu rund $3 \cdot 10^{10}$, also

$$c = 3 \cdot 10^{10}\ cm/sec.$$

Der Wert stimmt mit der Lichtgeschwindigkeit überein, was verständlich wird, wenn man bedenkt, daß die Lichtausbreitung ein elektromagnetischer Vorgang und aus den Maxwellschen Gleichungen direkt zu folgern ist, daß sich elektromagnetische Wellenvorgänge mit der Geschwindigkeit c ausbreiten.

In Spalte 9 der Tabelle in Heft 6 sind die Umrechnungsgleichungen der elektrischen Größen angegeben. Sie ergeben sich wieder durch Anwendung der Gleichung (24) und der Gleichungen (2) bis (9). Besonders zu erwähnen ist noch die Umrechnung der Dielektrizitätskonstanten ε. Da sie im el.st.M. für das Vakuum den Wert eins hat, beträgt sie im el.m.M.

$\varepsilon_m = 1/c^2$. Wenn ε die relative Elektrizitätskonstante ist (relativ gegenüber dem Vakuum oder praktisch auch gegen Luft, also z. B. Glas = 5), so ist bei Rechnungen im el.m.M. der Wert

$$\varepsilon \cdot \varepsilon_m = \varepsilon \cdot \frac{1}{c^2} \text{ einzusetzen.}$$

Es sind nun noch die Umrechnungsfaktoren zwischen den el.st.- und el.m.-Einheiten der magnetischen Größen anzugeben. Betrachten wir zunächst die magnetische Feldstärke $\mathfrak{H}$ im el.m.M. und el.st.M. Durch entsprechende Überlegungen, wie sie für die Spannung U angestellt wurden, kann man die Gleichung

$$\mathfrak{H}_s = c \cdot \mathfrak{H}_m \qquad (25)$$

ansetzen, wobei c wieder den Wert $3 \cdot 10^{10}$ cm/sec besitzt. Die übrigen in Spalte 9 angegebenen Umrechnungsgleichungen ergeben sich dann durch Anwendung der Gleichungen (14) bis (22).

6. Das praktische und das internationale Maßsystem

Die Elektrotechnik verwendet im allgemeinen nicht die wissenschaftlich und theoretisch bedeutungsvollen CGS-Einheiten, sondern benutzt die Einheiten Volt und Ampere.

Als Einheiten sind festgesetzt für die Stromstärke das Ampere (A), für die Spannung das Volt (V). Alle anderen Einheiten sind abgeleitet unter Verwendung der Einheiten cm und sec[10]). Viel gebrauchte abgeleitete Einheiten haben eine neue Bezeichnung erhalten, z. B. $\frac{\text{ein Volt}}{\text{ein Ampere}} = 1$ Ohm (Ω), 1 Ampere. sec = 1 Coulomb (Cb). Die abgeleiteten Einheiten sind in Spalte 3 und 4 der Tabelle in Heft 6 angegeben. Diese Einheiten gelten sowohl im praktischen als auch im internationalen Maßsystem. Der Unterschied zwischen beiden Systemen beruht auf die verschiedenartige Definition, z. B. des Ampere. Ursprünglich wurde, wie es auch im praktischen Maßsystem noch der Fall ist, ein Ampere = 1/10 el.m.-Einheiten gesetzt. Da Messungen aber nur sehr selten unter Verwendung der el.m.-Einheiten vorgenommen werden, wurde das Ampere definiert als diejenige Stromstärke, die aus einer wässerigen Lösung von Silbernitrat in einer Sekunde 0,00118 g Silber niederschlägt. Diese Einheit und entsprechende Einheiten für die Spannung und für den Widerstand wurden gesetzlich festgelegt. Mit Fortschreiten der meßtechnischen Genauigkeit stellte sich dann heraus, daß die so definierte Einheit 1 Ampere (internationale Einheit) mit der praktischen Einheit (1 Ampere = 1/10 el.m.-Einheiten) nicht ganz übereinstimmt. So ist z. B. das Verhältnis von 1 internationales Ampere zu 1 praktisches Ampere = 0,9999. Um gegenüber dem el.m.M. und el.st.M. einfache Umrechnungszahlenwerte zu erhalten, ist es zweckmäßig, das internationale Maßsystem ganz fallen zu lassen und nur mit dem praktischen Maßsystem zu rechnen.

Von großer Bedeutung bei Berechnungen sind die Umrechnungsfaktoren zwischen den praktischen Einheiten einerseits und den el.m.- und el.st.-Einheiten andererseits. Das praktische Maßsystem geht aus dem CGS-System durch folgende Festsetzungen hervor:

1. die Einheit der Spannung 1 V ist = 1/300 el.st.-Spannungseinheiten
2. die Einheit der Arbeit ist 10^7 erg = 1 Joule = 1 Wattsekunde.

Die meisten der in Spalte 7 und 8 Heft 6 der Tabelle angegebenen Umrechnungsfaktoren lassen sich unter Benutzung der beiden Festsetzungen und der schon mehrfach genannten Beziehungen zwischen den elektrischen Größen berechnen. Einige Schwierigkeiten könnte evtl. die Berechnung der Umrechnungsfaktoren für das el.m.M. bereiten. Deshalb sei an einem Beispiel diese Umrechnung näher aufgeführt. Zunächst ist also gegeben 1 V = 1/300 el.st.-Einheiten und die Umrechnungsgleichung $U_m = c \cdot U_s$. Es wäre nun falsch zu sagen: $1\text{ V} = 1/300\ U_s = 1/300 \cdot 1/c\ U_m$, da das dem Sinn der Umrechnungsgleichung widersprechen würde. Die Gleichung $U_m = c \cdot U_s$ sagt vielmehr aus, daß, wenn man die Spannung U in el.-st.-Einheiten vorzuliegen hat, der Zahlenwert der gleichen Spannung in el.m.-Einheiten um den Faktor c größer ist. Wenn also 1 V = 1/300 el.st.-Einheiten ist, so ist $1\text{ V} = c \cdot 1/300 = 10^8$ el.m.-Einheiten.

Einer besonderen Besprechung bedarf noch die Dielektrizitätskonstante und die Verschiebung $\mathfrak{D}$. Im praktischen Maßsystem ist $\mathfrak{D}$ definiert als Elektrizitätsmenge pro Flächeneinheit.

$$\mathfrak{D} = \frac{Q}{F} \quad \frac{\text{Cb}}{\text{cm}^2} \qquad (26)$$

Auch im el.st.M. kann $\mathfrak{D}$ ähnlich ausgedrückt werden.

$$\mathfrak{D} = 4\pi \cdot \frac{Q}{F} \quad \frac{\text{el.st.E.}}{\text{cm}^2} \qquad (27)$$

Wenn in beiden Fällen die Ladung in Coulomb gemessen wird, erhalten wir

$$\mathfrak{D} = 4\pi \cdot \frac{Q}{F}\ 3 \cdot 10^9 = \frac{Q}{F}\ \frac{\text{Cb}}{\text{cm}^2}$$

oder $1\ \text{Cb/cm}^2 = 4\pi \cdot 3 \cdot 10^9$ el.st.-Einheiten. Während im el.st.-M. $\mathfrak{D}$ und $\mathfrak{E}$ die gleiche Einheit und Größe besitzen, ist das im praktischen Maßsystem nicht mehr der Fall, da die elektrische Feldstärke $\mathfrak{E}$ in V/cm gemessen wird. Die Gleichung $\mathfrak{D} = \mathfrak{E}$ muß dann um einen Faktor, der in Farad/cm gemessen wird, erweitert werden, da

$$1\ \frac{\text{Cb}}{\text{cm}^2} = 1 \cdot \frac{\text{F}}{\text{cm}} \cdot 1\ \frac{\text{V}}{\text{cm}} \qquad (28)$$

ist. Wir setzen also an

$$\mathfrak{D} = \varepsilon_0 \cdot \mathfrak{E}.$$

Aus der vorletzten Gleichung folgt

$$1\ \frac{\text{F}}{\text{cm}} = \frac{1\ \frac{\text{Cb}}{\text{cm}^2}}{1\ \frac{\text{V}}{\text{cm}}}$$

oder in el.st.-Einheiten

$$1\ \frac{\text{F}}{\text{cm}} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 3 \cdot 10^9}{1/300} = 1{,}129 \cdot 10^{13}$$

dimensionslos.

Diese letzte Gleichung besagt folgendes: Wenn im el.st.M. ein Isolator die Dielektrizitätskonstante $\varepsilon = 1{,}129 \cdot 10^{13}$ hätte, würde sie im praktischen System 1 F/cm betragen. Für das Vakuum ist $\varepsilon = 1$ im el.st.-System, also $\varepsilon_v = \frac{1}{1.129} \cdot 10^{13} = 8{,}86 \cdot 10^{-14}$ (absolute Dielektrizitätskonstante des Vakuums).

Für die Umrechnung der magnetischen Größen vom praktischen in das elektrische Maßsystem gilt folgende Überlegung: Im elektromagnetischen Maßsystem ist die Feldstärke $\mathfrak{H}$ einer stromdurchflossenen Spule

$$\mathfrak{H} = \frac{4\pi \cdot n \cdot I}{l} \text{ Örsted (Oe) (el.m.-Einheit);}$$

das praktische Maßsystem definiert dagegen die Feldstärke der gleichen Spule zu

$$\mathfrak{H} = \frac{n\ I}{l}\ \text{A} \cdot \text{cm}^{-1}$$

Wenn in beiden Fällen die Stromstärke in Ampere gemessen wird, erhält man (wegen ein 1 A = 1/10 el.m.-Einheiten)

$$1\ \text{A} \cdot \text{cm}^{-1} = 0{,}4 \quad \text{Örsted} = 1{,}257\ \text{Oe.}$$

Die Einheit $\mathfrak{B}$ im praktischen System ergibt sich aus Gleichung (16) zu ein Voltsekunde = 10^{-8} el.m.-Einheiten (Gauß). Während $\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{H}$ im el.m.M. gleiche Einheit besitzen, ist das, ähnlich wie oei $\mathfrak{E}$ und $\mathfrak{D}$, im praktischen System nicht der Fall. Es wird daher entsprechend angesetzt

$$\mathfrak{B} = \mu_0 \cdot \mathfrak{H}$$

mit der Einheit

$$1\ \frac{\text{V}}{\text{sec}} = 1\ \frac{\text{H}}{\text{cm}} \cdot 1\ \frac{\text{A}}{\text{cm}}$$

Drücken wir diese Gleichung in el.m.-Einheiten aus, so ergibt dies

$$1\ \frac{\text{H}}{\text{cm}} = \frac{10^9}{1{,}257} = 0{,}795 \cdot 10^{-8}$$

dimensionslos und damit

$$\mu_0 = 1{,}257 \cdot 10^{-8}\ \frac{\text{H}}{\text{cm}}$$

aus entsprechenden Gründen, wie sie bei ε_0 angeführt wurden. Die Umrechnung für die weiteren magnetischen Größen lassen sich dann aus den schon mehrfach genannten Gleichungen berechnen.

7. Beispiele

1. Die Formel für den Gesamtwiderstand $\mathfrak{R}$ eines Schwingkreises mit Ohmschem Widerstand lautet:

$$\mathfrak{R} = \sqrt{R^2 + \left(\omega L + \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

worin L in Henry, C in Farad und R und $\mathfrak{R}$ in Ohm gemessen werden. Zunächst könnte es den Anschein haben, daß Äpfel plus Birnen gleich Äpfel ergeben. Diese scheinbare Diskrepanz löst sich aber sofort, wenn man bedenkt, daß alle drei genannten Einheiten abgeleitete Einheiten sind, nämlich:

$$1\ \Omega = 1\ \text{V/A};\ 1\ \text{H} = 1\ \text{Vsec/A};$$
$$1\ \text{F} = 1\ \text{Asec/V}.$$

Da ω die Einheit 1/sec hat, wird sowohl ωL als auch $1/\omega C$ ebenso wie R in Ω gemessen.

2. Berechnung der dielektrischen Verschiebung eines Plattenkondensators mit Dielektrikum. Gegeben ist der Abstand der Platten d = 1 mm, $\varepsilon = 2$, Spannung U = 300 V

[10]) Das praktische magnetische Maßsystem, das also auf den Einheiten Ampere und Volt beruht, wird als das Miesche Maßsystem bezeichnet.

a) Elektrostatische Lösung: $\mathfrak{D} = \varepsilon \cdot \mathfrak{E}$;

$$\mathfrak{E} = \frac{U}{d} = \frac{1}{0{,}1} = 10 \text{ el.st.E.}$$

$$\mathfrak{D} = 2 \cdot 10 = 20 \text{ el.st.-Einheiten}$$

b) Praktische Lösung:

$$\mathfrak{D} = Q/F,\ Q = U \cdot C = U \cdot \cdot \varepsilon_0 \frac{F}{F}$$

$$\mathfrak{D} = \frac{U \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 F}{d \cdot F} = \cdot \cdot \varepsilon_0 \frac{U}{d} =$$

$$= \frac{2 \cdot 0{,}886 \cdot 10^{-13} \cdot 300}{0{,}1}$$

$$\mathfrak{D} = 5{,}32 \cdot 10^{-10} \text{ Cb/cm}^2$$

Umrechnung: $1 \text{ Cb/cm}^2 = 3{,}77 \cdot 10^{10}$ el.st.-Einheiten

$$\mathfrak{D} = 5{,}32 \cdot 10^{-10} \cdot 3{,}77 \cdot 10^{10} = 20$$ el.st.-Einheiten.

3. Gesucht wird die Anziehungskraft eines Elektromagneten, dessen Spule 2000 Windungen und 10 cm Länge besitzt. Die Stromstärke beträgt 10 mA. Der Kern besteht aus Flußeisen.

Da $\mathfrak{B}$ von $\mathfrak{H}$ abhängt, muß zunächst $\mathfrak{H}$ berechnet werden.

a) Elektromagnetische Lösung:

$$\mathfrak{H} = \frac{4\pi \cdot I}{l} = \frac{8\pi}{10} \text{ Örsted}$$

b) Praktische Lösung:

$$\mathfrak{H} = \frac{n \cdot I}{l} = 2 \frac{\text{Amperewindgn.}}{\text{Zentimeter}} = 2 \frac{A}{\text{cm}}$$

Bei $\mathfrak{H} = 2 \text{ A} \cdot \text{cm}^{-1}$ sei $\mu = 4000$

Berechnung von $\mathfrak{B}$:

a) Elektromagnetische Lösung:

$$\mathfrak{B} = \mu \cdot \mathfrak{H} = 10\,040 \text{ Gauß}$$

b) Praktische Lösung:

$$\mathfrak{B} = \mu \cdot u_0 \cdot \mathfrak{H} = 10\,040 \cdot 10^{-8} \text{ V/cm}$$

Oftmals findet man in der Literatur die Formel

$$\mathfrak{B} = \mu \cdot \mathfrak{H} \text{ Gauß},$$

wobei $\mathfrak{H}$ in $\text{A} \cdot \text{cm}^{-1}$ gemessen wird. Wir schreiben, um Verwechselungen zu vermeiden:

$$\mathfrak{B} = \mu' \mathfrak{H}$$

Wenn diese Formel gelten soll, so ist $\mu' = 1{,}256\,\mu$, in unserem Falle also $\mu' = 5020$, somit $\mathfrak{B} = 5020 \cdot 2 = 10\,040$ Gauß.

Die Tragkraft ergibt sich aus der Formel

$$P = \frac{\mathfrak{B}^2 F}{8\pi} \text{ dyn}$$

F = Querschnitt in cm^2, $\mathfrak{B}$ in Gauß

$P = 2{,}01 \cdot 10^7$ dyn = 20,5 kg. Dr. Bg.

R. W. Schulz

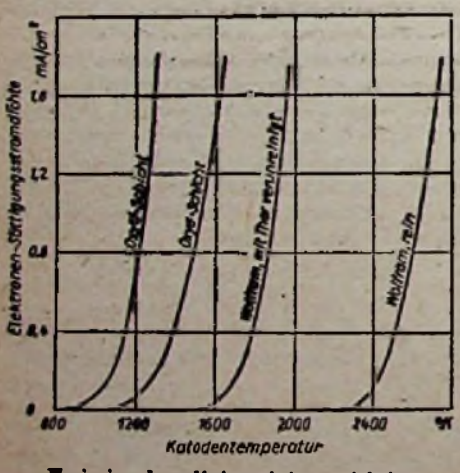
Physik der Elektronen

III. Elektronenmission

Bei der Betrachtung der metallischen Leitfähigkeit wurde bereits darauf hingewiesen, daß sich die in den äußersten Schalen von Metallatomen lose gebundenen Elektronen verhältnismäßig frei durch die Metallkristalle bewegen können. Im Inneren eines Kristalls heben sich auf bestimmten Flächen zwischen den Atomen die elektrischen Kräfte gegenseitig auf, so daß hier Elektronen frei beweglich sind. An der Oberfläche jedoch wirkt ein Potential, das die Elektronen daran hindert, aus dem Metall auszutreten, denn jedes Elektron „auf der Außenseite" der obersten Atomschicht hat hinter sich die positiven Anziehungskräfte dieser Schicht und wird von ihnen zurückgehalten.

Eine Überwindung des Oberflächen- oder Austrittspotentials ist für ein Elektron erst dann möglich, wenn ihm bzw. seinem Atom ein bestimmtes, je nach der Art des Metalls verschieden großes Mindestmaß an kinetischer Energie zugeführt wird. Mit Hilfe eines solchen Energiezuwachses springt das Elektron gewissermaßen über die Hürde des abschirmenden Oberflächenpotentials. Die Energie kann in Form von Wärme, Licht oder Strahlung anderer Art zugeführt werden. Es ist aber auch möglich, Elektronen aus Metallen dadurch zu befreien, daß das den Austritt verhindernde Potential durch ein entgegengesetzt wirkendes elektrisches Feld beseitigt wird.

Das Austreten freier Elektronen aus Metallen wird als „Emission" bezeichnet. Die verschiedenen Methoden, nach denen Elektronenemission herbeigeführt werden kann, bilden die Grundlagen, auf denen sich die neuzeitliche Hochfrequenztechnik entwickelt hat.



Emissionskennlinien einiger wichtiger Katodenbaustoffe Zeichnung: Trester

Thermische Elektronenemission

Wird ein Körper erhitzt, so nehmen seine Atome einen erhöhten Schwingungszustand an. Hierbei können Hüllelektronen infolge von Zusammenstößen einen Teil der kinetischen Energie aufnehmen und dann aus dem Atomverband austreten. Man spricht in diesem Falle von thermischer Elektronenemission. Bei gewöhnlicher Temperatur haben die Elektronen keines Elementes genügend kinetische Energie, um ohne Zuhilfenahme eines elektrischen Feldes das Austrittspotential überwinden zu können.

Das Gesetz, nach dem die thermische Elektronenemission vor sich geht, ist die Richardsonsche Gleichung:

$$i = AT^2 \cdot e^{-\frac{e\varphi}{kT}},$$

worin i die Dichte des Emissionsstromes in Ampere/cm^2, A eine vom Metall abhängige Konstante, T die absolute Temperatur (also in ° Kelvin), e die Elementarladung, φ das Austrittspotential ($e \cdot \varphi$ also die Austrittsarbeit) und k die Boltzmannsche Konstante darstellt[1]). Maßgebend für die Emissionsstromdichte, d. h. die Zahl der austretenden Elektronen, ist also neben der zu leistenden Austrittsarbeit in erster Linie die Temperatur.

Stoffe, die sich als gute Elektronenquellen herausgestellt haben, sind vor allem Wolfram und Thor, außerdem Oxyde seltener Erden. Die Abbildung zeigt für einige charakteristische Stoffe die Emission in Abhängigkeit von der Temperatur.

Reines Wolfram hat zwar ein verhältnismäßig schwaches Emissionsvermögen (Austrittspotential 4,56 V), kann aber bei hohen Temperaturen Verwendung finden. Es dient wegen seiner Dauerhaftigkeit vielfach als Katodenbaustoff für Hochleistungs-Elektronenröhren. Vorteilhaft ist, daß Wolfram seine Emissionseigenschaften auch unter der Einwirkung der positiven Gasionen nicht einbüßt, die von den auch in Hochvakuumröhren verbleibenden Gasresten herrühren.

Geringe Zusätze von Thorium zu Wolfram verbessern die Emissionseigenschaften (und auch die Lebensdauer) bedeutend. Das vor dem Sintern dem Wolfram beigefügte Thoroxyd bildet beim Erhitzen auf dem Wolfram eine dünne Thoriumschicht, die schwächend auf das Austrittspotential einwirkt.

Die von Wehnelt schon 1903 entdeckten, mit Oxyden seltener Erden überzogenen Platinkatoden benötigen zur Erzielung einer guten Elektronenausbeute nur geringe Temperaturen. Heute haben Katoden aus Nickel oder Nickellegierungen mit Überzügen aus einem Gemisch von Barium- und Strontiumoxyd weite Verbreitung gefunden (Austrittspotential 1,0 V). Die Wirkungsweise der Oxydschichten ist noch nicht ganz geklärt.

Elektronenemission im elektrischen Feld

Durch Anwendung starker elektrischer Felder lassen sich auch aus kalten Metallen erhebliche Emissionsströme erzielen (Kaltkatodeneffekt). In Vakuumröhren kann dieser Effekt schon bei ziemlich niedrigen Anodenspannungen auftreten, wenn sich nämlich das elektrische Feld punktförmig z. B. auf eine Spitze konzentriert. Ein solches Feld ist in der Lage, das abschirmende Oberflächenpotential so weit aufzuheben, daß auch Elektronen, die nur über ihre normale Energie verfügen, die Katodenoberfläche verlassen. Da es viel mehr Elektronen normaler Energie als solche gibt, die infolge Temperaturerhöhung die Potentialgrenze überspringen können, ist das Auftreten ziemlich hoher Stromdichten möglich.

Technisch ist die Elektronenemission im elektrischen Feld allein meist ein unerwünschter Effekt, der beim Entwurf von Elektronenröhren beachtet werden muß.

[1]) die Richardsonsche Gleichung ist eine Exponential-Funktion, während das im Potenzausdruck $e \cdot \varphi$ verwendete e die Elementarladung darstellt, ist kT das als Potenz-Basis verwendete e eine reine Zahl, nämlich gleich 2, 7, 18 . . .

Lichtelektrische Elektronenemission

Daß negativ elektrisch geladene Körper ihre Ladung unter Bestrahlung mit ultraviolettem Licht schnell verlieren, ist eine schon 1887 von Hallwachs gemachte Entdeckung. Einstein gab dafür 1905 die Erklärung: wenn ein Lichtquant oder Photon auf die Oberfläche eines Metalles trifft, kann es genügend Energie auf ein Elektron übertragen, um dieses die Potentialgrenze der Oberfläche übersteigen zu lassen. Diese Art von Elektronenausstoß wird lichtelektrische Emission genannt. Die Zahl der durch Licht genügend stark angeregten Elektronen ist aber nur klein; daher lassen sich auf diese Weise nur kleine Stromdichten erreichen.

Maßgebend auch für die lichtelektrische Elektronenemission ist das Austrittspotential des bestrahlten Körpers. Hiervon hängt es ab, bis zu welcher Wellenlänge das Licht wirksam ist. Diejenige Wellenlänge, bei der gerade noch die zur Auslösung eines Elektrons erforderliche Energie übertragen wird, heißt Grenzwellenlänge. Oberhalb dieser Wellenlänge, die durch das Austrittspotential bestimmt ist und daher eine charakteristische Eigenschaft des Metalls ist, erlischt die lichtelektrische Wirkung. Je größer das Austrittspotential ist, desto niedriger liegt die Grenzwellenlänge. Im übrigen ist die lichtelektrische Emission der Lichtintensität proportional.

Sekundäre Elektronenemission

Durch das Auftreffen schneller Elektronen auf ein Metall können neue Elektronen, sogenannte „Sekundärelektronen" freigesetzt werden. Ihre Anzahl hängt ab von dem Austrittspotential des getroffenen Stoffes und von der kinetischen Energie, also von der Geschwindigkeit der auftreffenden Primärelektronen. Die Emissionswirkung ist bei reinen Metallen kleiner als bei Gemischen. Gewisse Stoffe, wie z. B. Cäsiumverbindungen, vermögen eine Sekundäremission zu liefern, die an den primären Elektronenstrom nahe herankommt.

Sekundärelektronen verlassen eine Elektrode nur, wenn diese in einem elektrischen Feld liegt. Dies ist von Bedeutung bei Elektronenröhren, in denen bei hohen Anodenspannungen unter Umständen eine Umkehrung des Elektronenstromes hervorgerufen werden kann. Sekundäremission ist fast immer eine unerwünschte Erscheinung, zumal sie auch bei Isolatoren auftritt. Sie kann unter gewissen Bedingungen so groß werden, daß die damit verbundene Wärmewirkung die Wandung einer Röhre durchzuschmelzen vermag.

Was der Kinobesucher nicht sieht

(Zu unserem Aufsatz auf den Seiten 16/17)

Wenn der Herr Stampfer aus Wien heute einen der großen modernen Lichtspielpaläste besuchen könnte, würde er wohl mehr als erstaunt sein, was aus seiner vor nunmehr 115 Jahren erfundenen Schlitzscheibe — dem Vorläufer des Lebensrades — geworden ist, mit der er damals den Eindruck lebender Bilder zu erwecken versuchte. Aber auch Anschütz, Edison, Pathé, Lumière und die Brüder Skladanowski, Messter und noch andere Pioniere der Filmtechnik haben eine derart steil ansteigende Entwicklung vom armseligen Flohkintopp des Rummelplatzes zum heutigen eleganten, mit allem Luxus ausgestatteten Filmtheater bestimmt nicht vorausgesehen.

Einmal einen Blick hinter die Kulissen eines großen Lichtspieltheaters zu tun, erlaubt unsere heutige Bildreportage, die in dem von K. Jacob geleiteten „Marmorhaus" am Kurfürstendamm, einem der schönsten Berliner Lichtspielhäuser, entstand. Beginnen wir unseren Rundgang im Bildwerferraum, der Seele des Theaters. Hier stehen die wichtigsten Maschinen und Apparate, an erster Stelle die Filmprojektoren, die uns Bild und Ton des Zelluloidstreifens vermitteln. Ihre Bogenlampen verbrauchen je nach Größe der Bildwand und des Theaters bis zu 100 A und mehr, die über Gleichrichter, nur noch ganz selten über rotierende Umformer, dem Ein- oder Dreiphasennetz entnommen werden. Hierbei gibt man dem gittergesteuerten Röhrengleichrichter den Vorzug, da man bei diesem mit Hilfe einer einfachen, am Projektor angebrachten elektrischen Steuereinrichtung die Bildhelligkeit, d. h. die Amperezahl ohne verlustbringende Vorschaltwiderstände regeln kann. Die Handregulierung der Kohlenstellung ist oftmals durch eine elektro-automatische Nachschubreglung ersetzt, die stets für die richtige Lichtbogenlänge sorgt.

Da zu einem abendfüllenden Programm immer mehrere Filmspulen gehören, sind für eine pausenlose Vorführung beide Projektoren mit einer Einrichtung ausgerüstet, die ein vom Publikum unbemerktes „Überblenden" einer Maschine auf die andere ermöglicht. Während der Film von der einen Maschine abläuft, wird inzwischen der zweite Bildwerfer für die Vorführung vorbereitet, d. h. es werden neue Kohlen eingesetzt und der Film „eingelegt".

Die Abtastung des Tons geschieht im „Lichttongerät", in dem die Tonspur mit einem feinen Lichtstrahl durchleuchtet und der in der Helligkeit schwankende Lichtstrahl in der Fotozelle in elektrische Stromschwankungen umgeformt wird, die man dann über den Verstärker dem Lautsprecher zuleitet.

Zum Schutz des Filmstreifens gegen die sehr hohe Erwärmung und wegen der damit verbundenen Entzündungsgefahr sind am Projektor mechanisch oder elektrisch gesteuerte Sicherheitseinrichtungen vorgesehen, wie z. B. die Luft- und etwaige Wasserkühlung des Bildfensters, die die Feuerschutzklappen und die elektromagnetisch gehaltenen Fallklappen vor den Projektions- und Schauöffnungen des Bildwerferraumes. Auch von elektrischen Verriegelungen wird weitgehend Gebrauch gemacht, so läßt sich beispielsweise bei hohen Strömen die Bogenlampe nicht eher einschalten, bevor das Kühlgebläse läuft.

Da der Vorführer nach den polizeilichen Bestimmungen während der Vorführung seinen Platz an der Maschine nicht verlassen darf, müssen alle wichtigen Schalter in greifbarer Nähe sein, was durch Druckknopf-Fernschaltung erreicht wird. Das gilt u. a. für die Verdunklung der Saal- und Bühnenbeleuchtung, die mittels Ringregler oder Regelumspanner erfolgt, weiter für die Betätigung des Vorhanges sowie für die Schaltung der Gleichrichter. — Die Verstärker, die Feldgleichrichter für die Lautsprecher, der Schallplattentisch mit zusätzlichem Schallplattenverstärker, Rundfunkempfänger, Mikrofonanlage sowie ein elektrischer Gong und ein weiterer Projektor für Reklamedias befinden sich gleichfalls im Bildwerferraum.

Zur Lautsprecheranlage gehören die Hauptlautsprecher, meistens ein Tieftonund ein oder mehrere Hochtonsysteme, die Nebenlautsprecher (z. B. im Vorraum) sowie der Kontroll-Lautsprecher im Bildwerferraum. Mit Rücksicht auf die bei der Tonfilmwiedergabe verlangte hohe Musikqualität verwendet man hierbei Systeme mit einem Konusdurchmesser bis zu 50 cm (bei einem Gewicht von rd. 135 kg) und mehrere Meter lange Exponentialtrichter mit Ausgangsöffnungen bis zu mehreren Quadratmetern!

Eine sehr wichtige Rolle spielen in Filmtheatern die Klima- und Lüftungsanlagen, die ebenfalls mit elektrischer Überwachung und Steuerung arbeiten. Umfangreich sind ferner die Anlagen der polizeilich geforderten Not- und Panikbeleuchtung, die sich beim Versagen der Hauptbeleuchtung selbsttätig auf eine Notbeleuchtungsbatterie umschalten müssen. Ihre Spannung und Kapazität richtet sich nach der Größe des Theaters und der dadurch festgelegten Zahl von Notlichtlampen und -stromkreisen.

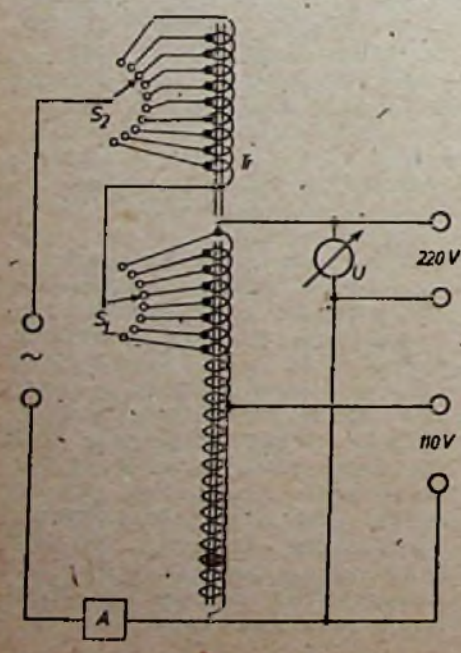
Aber noch an vielen anderen Stellen ist der elektrische Strom für Arbeitszwecke eingesetzt, auf Schritt und Tritt unserer Wanderung durch ein modernes Lichtspielhaus treffen wir die verschiedensten Stromverbraucher, sei es die Allgemeinbeleuchtung, die Fassadenstrahler, die farbenfrohe Leuchtröhrenreklame, den Vorhangzugmotor, den Fahrstuhlmotor oder den elektrischen Warmwasserbereiter und den Elektrokühlschrank am Büfett des Foyers. Als Großverbraucher sind daher große Lichtspieltheater an das 6-kV-Hochspannungsnetz angeschlossen und verfügen über eigene Hochspannungsanlagen, die in der Regel aus Ölschalter, Trennschalter, Sicherungen und Abwärtstrafo bestehen. Die vom Transformator kommende 380/220-V-Niederspannung wird dann über eine Hauptschalttafel den einzelnen Stromverbrauchergruppen zugeführt. — nkl —

Die Meßtechnik in der Reparaturwerkstatt

Ein einfacher Netzspannungsregler

Während früher die Schwankungen der Netzspannung im allgemeinen höchstens etwa 10 % betrugen, können heute Schwankungen bis etwa 25 % und teilweise sogar noch darüber festgestellt werden. Dabei ist wesentlich, daß so gut wie nie Überspannung, sondern fast stets eine entsprechende Unterspannung zu beobachten ist. Ein Absinken der normalen Netzspannung von 220 V auf 160 V und noch weniger ist keineswegs eine Seltenheit. Derart starke Unterschreitungen des Sollwertes der Netzspannung haben u. a. naturgemäß eine starke Leistungseinbuße der Empfänger zur Folge. Noch unangenehmer wirkt sich eine derartige Unterspannung für den Werkstattbetrieb aus. Einerseits lassen sich vielfach die notwendigen Messungen nicht mehr ordnungsgemäß durchführen und andererseits leidet auch die sonstige Arbeit in der Werkstatt; so wird z. B. auch die Vornahme von Lötarbeiten erheblich erschwert, da u. a. die zumeist benutzten elektrischen Lötkolben nicht mehr auf die zur Durchführung einer einwandfreien Lötung notwendige Temperatur kommen.

Die einzige wirksame Abhilfe ist — sofern es sich um ein Wechselstromnetz handelt — nur durch Aufstellung eines Regeltransformators möglich. Dieser Transformator soll von vornherein so groß bemessen werden, daß er auch die ordnungsgemäße Speisung mehrerer größerer Stromverbraucher gestattet. Die Leistung des Transformators soll daher mindestens 0,5 kW, besser noch mehr, betragen. Man wird danach trachten müssen, das Gerät so zu gestalten, daß es neben der Sollspannung von 220 V zumindest auch noch eine feste Spannung von 110 V und evtl. auch noch einige andere gebräuchliche Spannungen (z. B. 125 V u. dgl.) ohne besondere zusätzliche Bedienung abgibt. Darüber hinaus wird zweckmäßig sowohl ein festes Kontrollinstrument für die Sollspannung von 220 V als auch eine möglichst feinstufige Regelbarkeit und ein Schutz gegen Überlastung vorgesehen.



Die Verwirklichung der vorgenannten Forderungen ergibt für das Gerät etwa ein Schema gemäß der untenstehenden Abbildung. In dieser Abbildung ist S_1 ein Stufenschalter für die Grob- und S_2 ein solcher für die Feinregelung der Spannung, A ein Überstromautomat und U der für die Kontrolle der Sollspannung (220 V) erforderliche Spannungsmesser. Ein derart angezapfter Transformator läßt sich auch ohne besondere mechanische Hilfsmittel herstellen, was von einem Transformator mit Gleitkontakt oder ähnlichen Ausführungen nicht behauptet werden kann. Zwar ist die Bedienung etwas umständlicher und die Regelung im allgemeinen etwas gröber, jedoch fallen diese kleinen Nachteile gegenüber der wesentlich leichteren Herstellung schon deshalb nicht sehr ins Gewicht, weil eine Nachregelung der Spannung gewöhnlich doch nur in größeren Zeitabständen notwendig ist. Ideal wäre natürlich ein selbsttätiger Spannungsregler, jedoch stößt dessen Beschaffung heute auf ganz erhebliche Schwierigkeiten, während — wie bemerkt — ein Gerät der abgebildeten Art leicht in jeder Werkstatt hergestellt werden kann. Hinsichtlich der Bemessung der einzelnen Teile des skizzierten Gerätes seien noch folgende Angaben gemacht.

Die Hauptwicklung des Transformators wird grundsätzlich für 220 V bemessen und erhält zumindest Anzapfungen bei 110, 150, 160, 170, 180, 190, 200 und 210 V. Die Anzapfung 110 V führt zu festen Klemmen. Hingegen sind die Anzapfungen von 150 ... 220 V an den Stufenschalter S_1 geführt und die ganze Wicklung liegt außerdem noch an den 220-V-Ausgangsklemmen. Somit ist eine Grobregelung der Spannung in Stufen von je 10 V möglich. Eine zusätzliche Wicklung des Transformators ist für insgesamt 10 V bemessen und bei je 1 V angezapft; diese Anzapfungen liegen am Stufenschalter S_2 und ermöglichen eine Feinregelung der Spannung in Stufen von je 1 V. Die beiden Stufenschalter sollen ausreichend belastbare Kontakte aufweisen und müssen außerdem so ausgebildet sein, daß der Schleifer niemals zwei Kontakte gleichzeitig zu berühren vermag. Es ist daher zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kontakten je ein Leerkontakt vorzusehen. Werden die Schalter wie abgebildet angeschlossen, so nimmt die Ausgangsspannung bei Rechtsdrehung zu.

Als Ausgangsspannungsmesser U wäre wegen der besonders genauen Anzeige naturgemäß ein sogenannter Sollspannungsmesser, bei dem die ganze Skala nur etwa 10 V oder wenig mehr um den eigentlichen Sollwert herum umfaßt, ideal, jedoch sind derartige Meßwerke heute nicht beschaffbar. Begnügen wir uns daher vorerst mit einem üblichen Spannungsmesser, der entweder ein Weicheisen- oder auch ein Drehspulmeßwerk (mit Trockengleichrichter) sein kann. Eine besonders große oder fein unterteilte Skala ist nicht notwendig. Es ist im Gegenteil zweckmäßig, eine etwa vorhandene Skala zu entfernen und stattdessen nur eine feine Kontrollmarke anzubringen, die für eine Spannung von g e n a u 220 V gilt, da eine solche Marke eine bessere Übersichtlichkeit und damit eine Bedienungserleichterung ergibt. Wird dann unter Kontrolle mittels dieses Spannungsmessers die Ausgangsspannung von 220 V genau eingestellt, so stimmt auch die Spannung von 110 V bzw. die Spannung jeder sonstigen etwa vorgesehenen festen Anzapfung (s. o.).

Der Überstromautomat A wird so ausgewählt bzw. eingestellt, daß er erst bei einer etwa 20 %igen Überlastung die Verbindung zum Netz trennt. Der Automat macht auch einen besonderen Netzschalter entbehrlich, da die Ein- und Ausschaltung mittels der beiden Druckknöpfe des Automaten erfolgen kann.

Nentwig

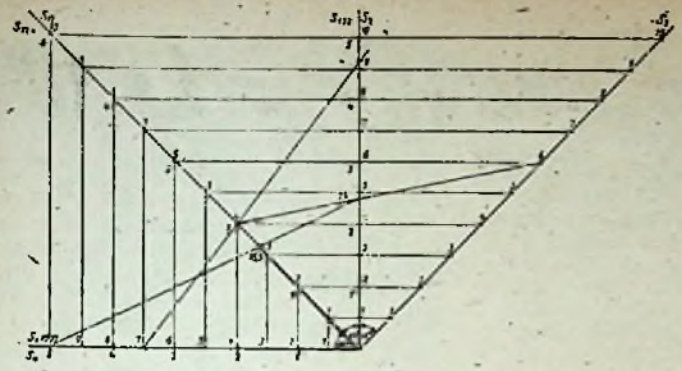
Graphische Ermittlung des Ersatzwiderstandes von beliebig vielen Parallelwiderständen.

VON DIPL.-ING. ERICH STALZER

Das Nomogramm besteht aus vier Strahlen, die je um einen Winkel von 45° verdreht sind. Jedem Strahl wird ein Parallelwiderstand oder ein Ersatzwiderstand zugeordnet. Die Maßstäbe auf dem waagerechten und senkrechten Strahl sind gleich, ebenso die Maßstäbe der beiden schrägen Strahlen. Die Maßeinheit auf den schrägen Strahlen verhält sich zur Maßeinheit des waagerechten und senkrechten Strahles wie die Diagonale zur Quadratseite, also wie $\sqrt{2} : 1$. Die Maßstäbe sind also sehr einfach zu konstruieren.

Die Anwendung des Nomogrammes soll an einem einfachen Beispiel gezeigt werden. Der Ersatzwiderstand von vier parallel geschalteten Widerständen $R_1 = 70\ \Omega$, $R_2 = 92{,}5\ \Omega$, $R_3 = 60\ \Omega$, $R_4 = 50\ \Omega$ soll ermittelt werden.

Zunächst wird der Ersatzwiderstand für die Parallelwiderstände R_1 und R_2 gesucht. Punkt 70 der Skala S_1 wird mit Punkt 92,5 auf S_2 verbunden. Diese Linie schneidet den Strahl S_{12} im Punkt 40, also ist der Ersatzwiderstand



$R_{12} = 40\ \Omega$. Hierauf wird der Ersatzwiderstand R_{123} bestimmt, der die drei Parallelwiderstände R_1, R_2 und R_3 ersetzen soll. Punkt 40 auf S_{12} wird mit Punkt 60 der Skala S_3 verbunden. Es ergibt sich auf der Skala S_{123} ein Schnittpunkt im Wert 24. Also ist $R_{123} = 24\ \Omega$. Der senkrechte Strahl wird so zum zweiten Male als Skala benutzt. Der Maßstab für diese zweite Skala ist auch zweimal so groß zu nehmen.

R_4 ist wieder auf der horizontalen Skala S_4 aufzutragen. Auch S_4 ist die zweite Skala auf dem horizontalem Strahl, daher in zweimal so großem Maßstab! Die Verbindungslinie von 24 auf S_{123} mit 50 auf S_4 ergibt 16,3 auf S_{1234} (doppelter Maßstab!). Es ist also der Ersatzwiderstand aller vier Parallelwiderstände $R_{1234} = 16{,}3\ \Omega$.

Statt die Verbindungslinien wirklich in das Diagramm einzuzeichnen, genügt es, ein Lineal anzulegen und den Schnittpunkt mit dem mittleren Strahl einfach auf der entsprechenden Skala abzulesen. Die gestellte Aufgabe wird damit durch dreimaliges Anlegen eines Lineales gelöst.

Soll ein weiterer Widerstand parallelgeschaltet werden, so würde sich der resultierende Widerstand auf dem senkrechten Strahl ablesen lassen. Der Maßstab ist allerdings abermals doppelt so groß zu wählen als beim letzten Wert auf dem senkrechten Strahl, also viermal so groß als auf der Skala S_2.

Sinngemäß läßt sich dieses einfache Nomogramm auch für die Ermittlung der Ersatzkapazität von hintereinandergeschalteten Kapazitäten verwenden.

$$\left.\begin{array}{l} R_1 = 70\ \Omega \\ R_2 = 92{,}5\ \Omega \end{array}\right\} \left.\begin{array}{l} R_{12} = 40\ \Omega \\ R_3 = 60\ \Omega \end{array}\right\} \left.\begin{array}{l} R_{123} = 24\ \Omega \\ R_4 = 50\ \Omega \end{array}\right\}$$

$$R_{1234} = 16{,}3\ \Omega!$$

Ein neues vielseitiges Meßinstrument für die Funkwerkstatt

In den letzten Jahren war es für den Rundfunkfachmann sehr schwierig, den Bedarf seiner Funkwerkstatt an geeigneten Meßinstrumenten zu decken. Es ist daher zu begrüßen, daß bereits kurze Zeit nach dem Zusammenbruch ein Instrument auf den Markt gebracht wurde, mit dem Gleich- und Wechselspannungen, Kapazitäten und Widerstände gemessen werden können.

Es handelt sich dabei um eine bedeckungsmodulierte Glimmröhre mit einer kurzen und einer langen Elektrode, längs der die Skalen für Wechselspannung, Gleichspannung, Kapazität und Widerstand angebracht sind. Die Länge der Glimmbedeckung der langen Elektrode ergibt den Meßwert. Gasfüllung und Gasdruck können so gewählt werden, daß eine genaue Ablesung durch scharfe Abgrenzung der Glimmbedeckung gewährleistet ist. Die Zündspannung kann durch Ausbildung der Elektrodenenden als Spitze und Platte sowie durch kapazitive Verdichtung des elektrischen Feldes zwischen den Elektroden soweit herabgesetzt werden, daß 200 V Gleichspannung oder 150 V Wechselspannung noch gut abgelesen werden können.

Die Schaltung des Meßinstrumentes zeigt nebenstehende Abbildung. Außer der Glimmröhre sind lediglich zwei entsprechend dimensionierte Vorwiderstände und fünf Anschlußbuchsen vorgesehen.

Bei der Spannungsmessung wird die zu messende Spannung an zwei Buchsen gelegt, so daß beide Vorwiderstände mit der Glimmröhre in Serie liegen. Bei Wechselspannung glimmen beide Elektroden, bei richtig gepolter Gleichspannung nur die lange Elektrode.

Kapazitäten und Widerstände werden ebenfalls an zwei Buchsen gelegt, wobei jedoch nur der eine Vorwiderstand (R_1) eingeschaltet und das Instrument an 220 V, 50 Hz anzuschließen ist. Die Meßbereiche bei der Kapazitäts- und Widerstandsmessung können gerade für den Rundfunkinstandsetzer günstig gewählt werden, z. B. für Widerstände 1 bis 500 kΩ, für Kapazitäten 1000 bis 500 000 pF.

Abweichungen von der Eichbetriebsspannung (Netzspannung) 220 V, 50 Hz gehen natürlich in die Messung ein. Es ist daher vor der Messung von Kapazitäten und Widerständen die Netzspannung durch Spannungsmessung auf den richtigen Wert zu prüfen.

Die einwandfreie Funktion des Meßinstrumentes kann sehr schnell festgestellt werden, indem man das Instrument an das Netz legt und die Widerstandsbuchsen kurzschließt. Man mißt also den Widerstand 0 oder die Kapazität ∞. Dieser Punkt kann auf der Widerstands- und Kapazitätsskala verzeichnet werden. Bei richtiger Netzspannung (220 V, 50 Hz) muß dieser Wert angezeigt werden. Er sei Prüfpunkt genannt.

Ist die Netzspannung nicht sehr verschieden von 220 V und zeigt sich eine Abweichung vom Prüfpunkt, so kann man mit einiger Übung trotzdem Kapazitäts- und Widerstandsmessungen vornehmen, indem man diese Abweichung vom Prüfpunkt in Millimeter von der jeweiligen Anzeige abzieht oder zu ihr zuzählt und dann den Skalenwert abliest.

Wechselspannungsmeßwerte sowie die Werte bei Kapazitäts- und Widerstandsmessungen gelten natürlich nur bei sinusförmiger Wechselspannung. Das hängt damit zusammen, daß die Glimmröhre die Scheitelspannung anzeigt. Die Kapazitätsmessung verlangt ferner annähernd genaue Frequenz 50 Hz der Betriebsspannung. Auch die Gleichspannungsskala gilt nur für geglätteten Gleichstrom. Bei Überlagerung einer Brummspannung zeigen sich Abweichungen, die zu berücksichtigen sind.

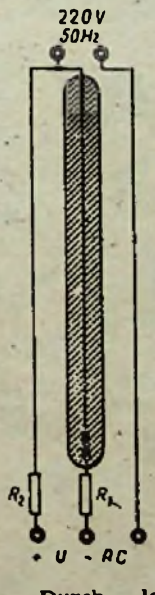
Neben Spannungs-, Kapazitäts- und Widerstandsmessung gestatten die Eigentümlichkeiten der Glimmröhre noch mancherlei andere Verwendungsmöglichkeiten, wie Spannungsprüfung, Leitungsprüfung, Durchgangsprüfung, Polprüfung und Feststellung der Stromart.

Die Spannungsprüfung erfolgt wie die Spannungsmessung an den Spannungsbuchsen.

Eine Leitungs- oder Durchgangsprüfung wird wie eine Widerstandsmessung durchgeführt. Die Glimmbedeckung muß bei Durchgang über die ganze Elektrode bis zum Prüfpunkt zu erkennen sein.

Die Stromart läßt sich sehr leicht feststellen, da bei Wechselstrom die lange und kurze Elektrode glimmen, während bei Gleichstrom nur eine Elektrode glimmt, nämlich bei richtiger Polung die lange Elektrode. Daher ist mit dem Instrument auch eine Polprüfung möglich.

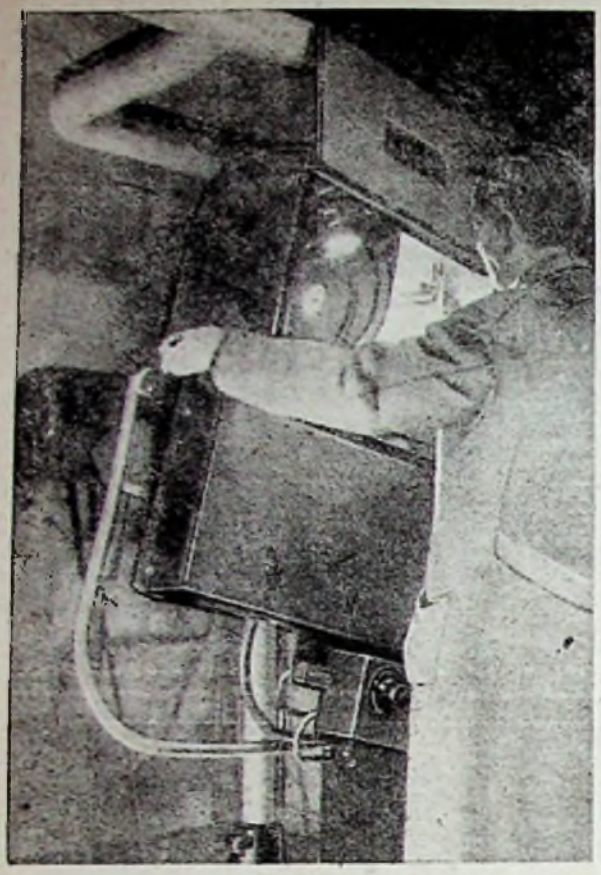
Durch diese Verwendungsmöglichkeiten und infolge der völligen Lageunabhängigkeit des Instrumentes ist es auch ein begehrtes Werkzeug bei der Montage im Elektrohandwerk geworden.



Wenn die dem Netz entnommene Betriebsspannung bei Widerstands- und Kapazitätsmessungen von 220 V Wechselstrom erheblich abweicht oder wenn nur ein 110- bzw. 127-V-Wechselstromnetz vorhanden ist, kann man sich so helfen, daß man dem Instrument ein kleines Regelaggregat vorschaltet, bestehend aus einem Spartransformator mit Anzapfungen und einem Stufenregelschalter. Dieser Zusatztransformator braucht nur für eine sehr geringe Leistung ausgelegt werden, da die Stromaufnahme des Meßinstrumentes bei voller Glimmbedeckung nur wenige Milliampere beträgt.

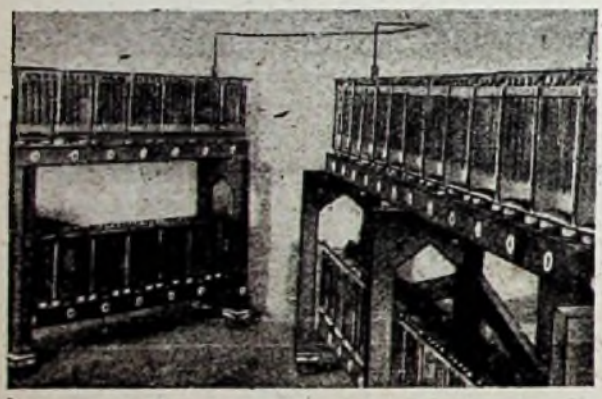
Durch leichte Handhabung, hinreichende Genauigkeit und universelle Verwendbarkeit sind die Instrumente besonders für die Funkwerkstatt geeignet.

E. St.

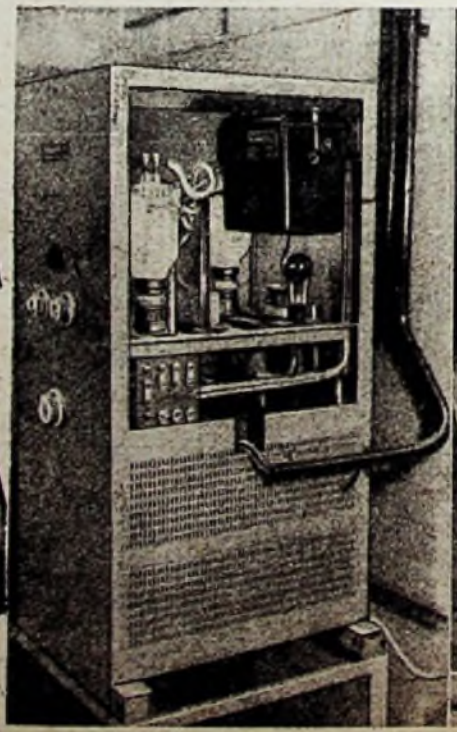


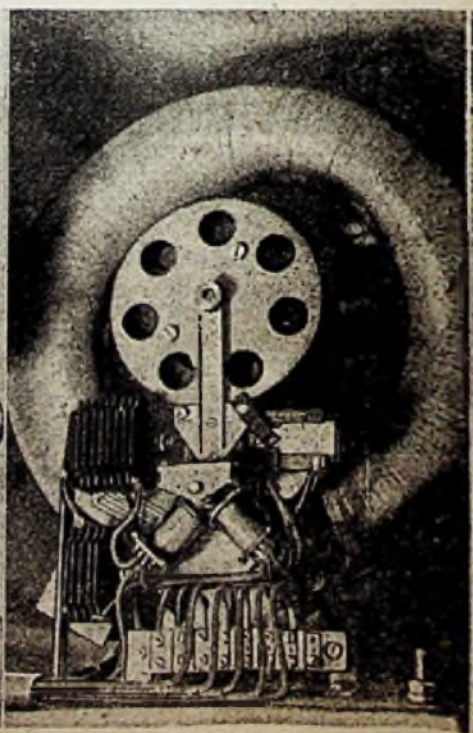
Von links nach rechts oben: In dem geöffneten Lampengehäuse erkennt man die Spiegellampe, unten das Steuergerät für die Einstellung der Bildhelligkeit — 220-V-Notlichtbatterie (110 Zellen in Serienschaltung) — Die Lautsprecher mit ihren Schallwänden — Beim Einsetzen neuer Kohlen — Der gittergesteuerte Drehstrom-Gleichrichter — Der Ringregler mit motorbetriebenem Kontaktarm (für die Verdunklung des Zuschauerraumes) — Panik- und Notlichtschaltanlage — Trennschalter der Hochspannungsanlage — Ferngesteuerter Vorhangzug mit Motor und Seiltrommel — Die Hauptschalttafel und (hinten) Zählertafel — Ausschnitt aus dem Bildwerferraum mit den Schauöffnungen und den Fallklappen — Verstärker (links), der Schallplattentisch für die Zwischenmusik und darüber der Feldgleichrichter — Das Lichttongerät des Bildwerfers: T = Tonlampengehäuse, O = Optik, R = Tonrolle, Z = Fotozellengehäuse, N = Nachwickeltrommel des Projektors

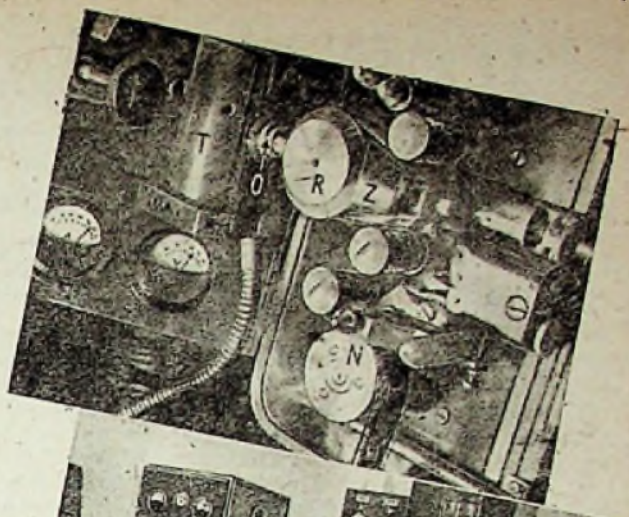
(Aufnahmen: Schwahn 13 Zeichnung H. O. Wendt)

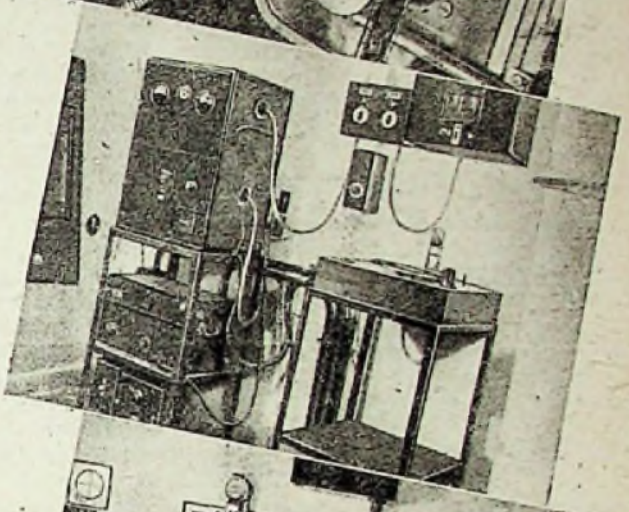


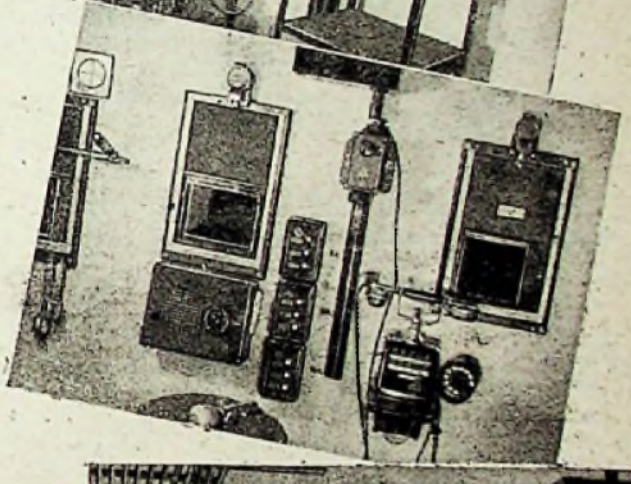
Was der Kinobe



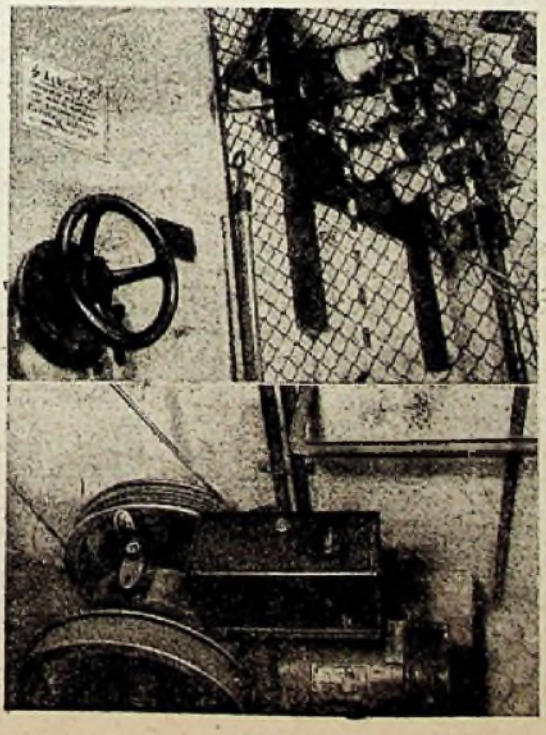








ucher nicht sieht



Raumschutzanlagen (Fortsetzung und Schluß)

VON DR.-ING. WILHELM MURS, BERLIN-TEGEL

Erhält man einen derartigen Gleichrichter nicht, dann nimmt man 4 Platten eines Einweggleichrichters und schaltet sie nach Abb. 11 zu einem Vollweggleichrichter um. Dabei reiht man die einzelnen Gleichrichterscheiben und Druckstücke auf die Isolierhülse J und gibt acht, daß die Schichtseiten S, wie die Zeichnung angibt, zu liegen kommen. Die fünfte Scheibe Sch dient als Schutzscheibe und wird zur Vermeidung von Kurzschlüssen mit Pertinaxpapier P bedeckt. Zwischen die Scheiben werden die Messingfahnen F_1 bis F_5 gelegt. F_2 wird mit F_3 verbunden. Die Wechselspannung aus dem Klingeltransformator wird F_4 und F_5 zugeführt. F_1 ist der Pluspol und F_2 und F_3 der Minuspol der Gleichspannung. Zur Not genügt auch eine einzelne Einweggleichrichterzelle. Dann ist zwischen dem Plus- und Minuspol die Einschaltung eines Blockkondensators von ca 50 µF und 20 V Betriebsspannung erforderlich. L ist eine Signallampe, die parallel zur Relaisspule liegt und die den Betriebszustand anzeigen soll. Eine normale Taschenlampenbirne für 4 V und 0,1 bis 0,2 A reicht hierfür aus. Um ihre Lebensdauer zu erhöhen, wird der Widerstand W von rd. 50 bis 100 Ω in den Stromkreis geschaltet. Sch_1 ist ein normaler Kippschalter und dient zur Ein- und Ausschaltung der Anlage. Sch_2 wird als Prüfschalter zur Unterbrechung des Sicherungsstromkreises benutzt. D ist ein Druckknopf zur Betätigung des Relais nach dem Ansprechen desselben. W_2 ist ein Schutzwiderstand für den Gleichrichter, während W_3 als Vorwiderstand dient, wenn das Gerät zur Dauerladung eines Akkumulators mitbenutzt wird. K ist eine Klingel üblicher Bauart. (Die Ziffern an den Buchsenleisten entsprechen denen der Abb. 7 Heft 7/1947.)

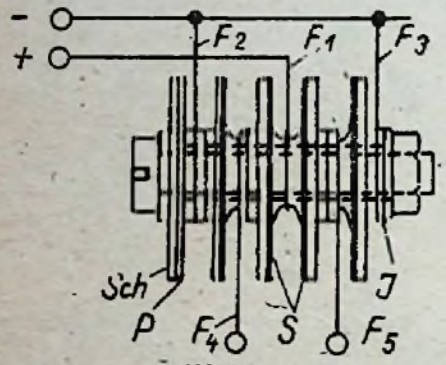


Abb. 11

Abb. 12 zeigt die schematische Anordnung der Einzelteile der Sicherungsanlage, die in einem Holzkasten untergebracht wird. Abb. 12 a ist die Vorderansicht. An der linken Seite können die Wechselspannungen 3, 5 und 8 V (Buchsen 1 ... 3) entnommen werden, z. B. als Stromquelle für die Hausklingel. Desgleichen steht hier eine Gleichspannung zur Verfügung, deren Höhe sich nach der Art des verwendeten Gleichrichters richtet (Buchsen 4 ... 6). Rechts befinden sich 2 Buchsen (7 und 8) für den Anschluß der Sicherungsleitung sowie 2 Buchsen (9 und 10) zum Anschluß einer zweiten Glocke, einer Lampe oder eines weiteren Relais. Abb. 12 b zeigt die auf der Rückseite untergebrachten Schaltelemente.

Der Aufbau der Anlage bringt es mit sich, daß sie bei Stromausfall außer Betrieb kommt. Der Relaisanker fällt ab. Nach Wiedereinschalten des Stromes ertönt dann die Alarmglocke. Will man das vermeiden, dann schaltet man eine Akkumulatorenbatterie von 4 bis 6 V an die Klemmen 4 und 5 oder 4 und 6. An der Klemme 4 liegt der Pluspol, der mit dem Pluspol des Akkumulators verbunden werden muß. Ist der Akkumulator stark entladen, dann verbindet man den Minuspol mit der Buchse 5. Die Ladestromstärke beträgt dann je nach der Zellenzahl 0,3 bis 0,5 A. Ist der Akkumulator gefüllt und soll dauernd angeschlossen bleiben, dann verbindet man den Minuspol mit der Buchse 6. Die Batterie wird dann mit einem Strom von rd. 0,1 A geladen. Brennt die Kontrollampe nach dem Anschluß des Akkumulators ein wenig dunkler, dann ist die Schaltung richtig, brennt sie dagegen heller als zuvor, dann ist die Polung falsch und muß umgewechselt werden. An die Klemmen 9 und 10 kann man eine zweite Klingel anschließen, die in einem anderen Raum angebracht wird oder in der Nähe des zu schützenden Gegenstandes, um gegebenenfalls die Diebe zu verscheuchen. Beide Alarmglocken sollen keinen niedrigeren Widerstand haben als je 3 bis 5 Ω, da sonst das Relais bei Betätigung des Druckknopfes D infolge zu starken Absinkens der Spannung nicht mehr anspricht. Statt der zweiten Klingel kann man auch eine 2 bis 3 Watt starke Lampe anschließen, um den Raum, in dem sich die Alarmglocke befindet oder auch einen anderen Raum nach dem Ansprechen der Anlage zu erhellen. Will man hierfür die Starkstrombeleuchtung nach dem Ansprechen der Anlage automatisch einschalten, dann kann das über ein zweites Relais geschehen, welches ebenfalls an die Buchsen 9 und 10 angeschlossen wird. Die Zuleitung zu den Türkontakten oder zu der Sicherungsleitung wird an die Buchsen 7 und 8 angeschlossen. Für die Sicherungsleitung kann Draht bis herab zu 0,2 mm Stärke gewählt werden. Der Gesamtwiderstand der Sicherungsleitung einschließlich der Zuführungsleitungen soll 30 Ω nicht überschreiten. Für diese Anlage müssen Türkontakte gewählt werden, die bei zugemachter Tür ebenfalls geschlossen sind. Am einfachsten lassen sich hierfür kleine Messerkontakte herstellen, die z. B. aus einem Antennenerdungsschalter entnommen werden können. Will man die Sicherungsleitung als „elektrische Kette" verwenden — diese kann durchaus sichtbar verlegt werden —, dann versieht man sie an den Enden mit einem üblichen Bananenstecker und steckt diese in entsprechende Buchsen der Zuführungsleitung. Da die Lampe nur aufleuchtet, wenn die Sicherungsanlage unter Spannung steht und der Sicherungsstromkreis geschlossen ist, ist hierdurch stets die Gewähr für die Betriebsbereitschaft der Anlage gegeben. Um das richtige Ansprechen der Klingel zu prüfen, ohne den Türkontakt oder die Sicherungsleitung öffnen zu müssen, wird der Stromkreis durch den Prüfschalter Sch_2 unterbrochen. Nachdem der Prüfschalter wieder geschlossen ist, wird die Anlage durch Drücken auf den Druckknopf D wieder in Bereitschaft gebracht. Wenn die Klingel nicht zum Schwelgen gebracht werden kann, ist der Stromkreis an irgendeiner Stelle geöffnet und die Türkontakte und Leitungen müssen überprüft werden.

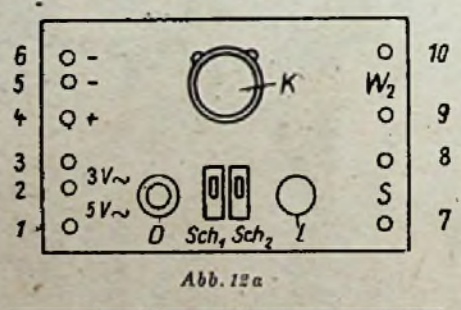


Abb. 12a

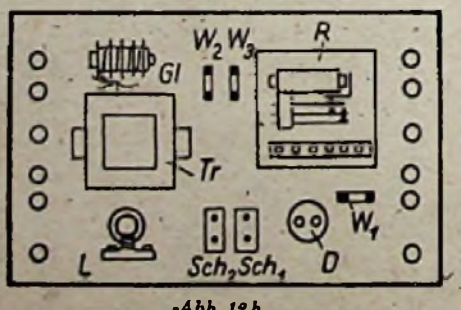


Abb. 12b

Für den Aufbau der Anlage ist auch die Benutzung eines Relais für Netzspannung möglich. Man würde dann den Kleintransformator und auch den Gleichrichter sparen, begibt sich aber der Möglichkeit, die Anlage auch bei Stromausfall betriebsbereit zu halten. Bei der beschriebenen Anlage kann man übrigens auch den Netzteil und den Gleichrichter fortlassen und nur mit einer Akkumulatorenbatterie oder einer Trockenbatterie arbeiten, wenn deren Kapa-

zität groß genug ist. Bei einer 6-V-Batterie fließt ein Dauerstrom von rd. 30 mA. Will man die Batterie höchstens alle vier Wochen aufladen, dann muß ihre Kapazität mindestens 20 Amperestunden betragen (bezogen auf den geringen Entladestrom!).

Alle Teile, die für die zum Selbstbau vorgeschlagene Anlage benötigt werden, können auch zur Zeit noch beschafft werden. Jeder, der sein Heim, seinen Garten, seinen Kaninchenstall oder auch seine Garage u. a. m. gegen unbefugten Zutritt schützen will; und einiges Bastlergeschick besitzt, kann sich eine derartige Raumschutzanlage selbst bauen.

Beleuchtung mit Kleinspannungslampen

Der Artikel „Ein praktischer Vorschlag für den Beleuchtungstechniker" (FUNK-TECHNIK Nr. 2/1946) enthält die Anregung, zur Ausnutzung von vorhandenen Lampen mit von den normalen Netzspannungen 220 V und 110 V abweichenden Spannungen statt eines erforderlichen Transformators Vorschaltkondensatoren zu verwenden. Ich habe diese Möglichkeit näher untersucht und bin zu folgendem Ergebnis gekommen: Setzt man in die Formel

$$C_{\mu F} = I \cdot \frac{10^6}{\omega \cdot U_R \sqrt{\frac{U^2}{U_R^2} - 1}}$$

jeweils die Werte für $U = 220$ V und 110 V sowie für $U_R = 4$ V, 6 V, 12 V, 24 V ein, so ergeben sich für den Bruch

$$\frac{10^6}{314 \cdot U_R \sqrt{\frac{U^2}{U_R^2} - 1}}$$

die in Tabelle 1 angegebenen Zahlen. Da die Abweichungen in den Dezimalstellen nur geringfügig sind, kann der Durchschnittswert als Konstante für alle Spannungen betrachtet werden. Diese muß nur noch mit dem Stromverbrauch der jeweiligen Kleinspannungslampe oder eines sonstigen Verbrauchers multipliziert werden, um den gesuchten Vorschaltkondensator zu erhalten. Der Wert „— 1" unter der Wurzel kann vernachlässigt werden, da er bei niedrigen Spannungen klein ist gegenüber dem Wert $\frac{U^2}{U_R^2}$, bei höheren jedoch das Endergebnis nur innerhalb der Toleranz des Kondensators beeinflußt. Es ergibt sich also bei 220 V $C_{\mu F} = I \cdot 14{,}55$ und bei 110 V $C_{\mu F} = I \cdot 29{,}1$. Die entsprechenden Werte für 0,1 bis 3 A sind in der Tabelle 2 zusammengestellt und in dem Nomogramm (Abb. 1) aufgetragen. Aus diesem ist jeder gewünschte andere Wert zu entnehmen.

Betrachtet man nun die wirtschaftliche Seite dieser Schaltung, so ist dazu zu sagen, daß für Beleuchtungszwecke höchstens die Lampen bis 0,4 A Stromverbrauch bei 220 V (0,2 A bei 110 V) in Frage kommen, da die hierfür benötigten Kondensatoren noch verhältnismäßig billig sind. Bei höherem Stromverbrauch, wie ihn besonders die Autoscheinwerferlampen haben, ist ein Transformator im allgemeinen in der Anschaffung billiger als die dafür benötigten großen Kondensatoren. Die Entscheidung muß jedoch jeweils nach den vorliegenden Verhältnissen und dem vorhandenen Material gefällt werden.

Bei den Versuchen hat sich herausgestellt, daß infolge der zurückbleibenden Kondensatorladung beim schnellen Wiedereinschalten der ausgeschalteten Lampe diese durchbrennt. Durch Parallelschalten eines Widerstandes von 50 bis 70 kΩ (0,5 W belastbar) zum Kondensator wird dieser entladen, so daß der Stromstoß vermieden wird. Auf den

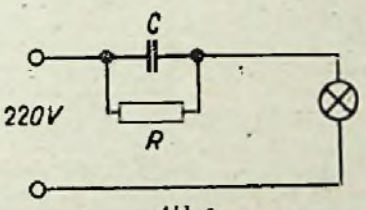


Abb. 2

Stromverbrauch der Anlage ist der Widerstand praktisch ohne Einfluß. Auch bei anderen Stromverbrauchern ist dieser Widerstand zum Schutz derselben anzuraten.

Die Schaltung ist in Abb. 2 noch einmal dargestellt. P. Tl.

U_R	220 V	110 V
4 V	14,45	28,9
6 V	14,6	29,2
12 V	14,55	29,1
24 V	14,59	29,18

Tabelle 1

J_{Amp}	220 V	110 V
0,1	1,45	2,91
0,2	2,91	5,82
0,3	4,36	8,72
0,4	5,82	11,84
0,5	7,27	14,55
0,6	8,72	17,44
0,7	10,17	20,35
0,8	11,64	23,86
0,9	13,09	26,77
1,0	14,55	29,1
1,5	21,9	43,5
2,0	29,1	58,2
2,5	36,4	72,75
3,0	43,6	87,0

Tabelle 2

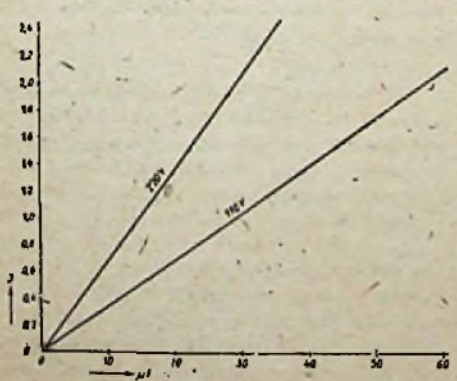


Abb. 1

SIGNALANLAGEN

IV.

Da es umfassende Regeln für das Aufsuchen von Betriebsstörungen nicht gibt und auch nicht gegeben werden können, wollen wir an dieser Stelle nur einige Anhaltspunkte mitteilen.

Die Störung einer Signalanlage kann zunächst in drei verschiedenen Störbezirken liegen:

1. in einer allgemeinen Störung in der Batterie oder Stromquelle,
2. in einer Störung des Weckers oder Summers und
3. in der Leitung.

Zur Prüfung bzw. Ermittlung der Fehlerstelle verwendet man am besten ein paar kleine Trockenelemente, ein Vertikalgalvanoskop oder ein kleines Dosentelefon und legt ein angefertigtes Schaltschema zugrunde, nach welchem man die Anlage systematisch prüfen kann.

In der Abb. 18 ist ein derartiges Schema aufgezeichnet. Kann z. B. von T_1 nicht geweckt werden, so kann der Fehler in T_1 oder in der Leitung a, b, in T_2 oder in der Leitung c, d usw. liegen. Kann von T_3 nicht gerufen werden, so könnte auch Draht 5 oder 11 fehlerhaft sein. Man verbindet durch Hilfsdrähte Punkt n und m, läuten auch dann die Wecker nicht, so liegt der Fehler bei 5 oder 11. Legt man einen Hilfsdraht zwischen o und n, während die Verbindung n ... m bleibt, und läuten dann die Wecker, so ist Draht 5 defekt und man muß ihn ersetzen. Ist die Leitung sehr lang, so muß die Fehlerstelle gesucht und ausgebessert werden. Läuten auch die Wecker nach Herstellung dieser Hilfsleitung nicht, so ist an ihrer Stelle eine solche zwischen p und m herzustellen, n und m bleibt bestehen. Läuten die Wecker, so war Draht 11 schlecht. Läuten die Wecker nicht, so ist die Leitung durch Zerlegung bei pm in die Teile pp_1 und p_1m einzugrenzen, bis der Fehler gefunden ist.

Kann von zwei Stellen aus, z. B. T_2 und T_3, nicht geweckt werden, so ist wahrscheinlich Draht 4 oder 10 schadhaft und zu prüfen. Arbeitet nur ein Wecker nicht, z. B. W_2, so ist derselbe selbst oder die Leitung zwischen r W_2 oder s W_2 schadhaft. Es empfiehlt sich bei Weckern, welche nicht läuten, stets einen neuen Wecker versuchsweise an

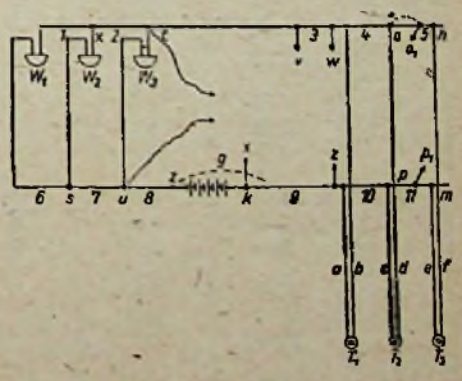


Abb. 18

dessen Stelle einzuschalten. Läutet auch der neue Wecker nicht, so wären im vorliegenden Falle die Drähe rW$_1$ oder sW$_2$ defekt.

Läuten die Wecker W$_1$ und W$_2$ auch nicht, so liegt ein Fehler wahrscheinlich in den Drähten 2 oder 7.

Kann von keinem Taster aus geläutet werden, so ist entweder die Batterie schadhaft, welcher Fehler von Anfang an festzustellen ist oder aber die Leitungen 4, 5, 10 und 11 oder die Taster selbst sind schlecht. Sind die Leitungen 3, 8, 9 sehr lang, so verbindet man die Drähte 8 und 9 direkt durch einen Draht g und schaltet die Batterie aus. Dieselbe verbindet man nun an verschiedenen Stellen mit 3 und 8 bzw. 3 und 9, z. B. bei tu, vx, bei WZ usf. Läutet es z. B. bei tu schon nicht, so ist Draht 8 von u bis 7 schlecht, läutet es bei tu, dagegen nicht bei vx, so ist einer der Drähte zwischen tv oder nx gebrochen.

Besondere Schwierigkeiten macht die Auffindung von Nebenschlüssen, welche durch Ableitung des Stromes an feuchten Wandstellen, in Mauer- oder Deckendurchgängen entstehen und wodurch die Batterie langsam aufgezehrt wird. Man erkennt diese Art Störungen an den angezehrten Zinkpolen der Elemente und am schwachen Läuten der Wecker.

Man entfernt an der Batterie einen der beiden Leitungsdrähte, verbindet mit dem freigewordenen Pol eine kurze Hilfsleitung und untersucht mit der einfachen Geschmacksprobe oder unter Zuhilfenahme eines Galvanoskops oder Dosentelefons, ob bei sonst offenen Tastern ein Stromübergang stattfindet. In der Regel hilft nichts anderes, als die Leitung, am Ende beginnend, teilweise abzutrennen, bis zu der Stelle, wo das eingeschaltete Instrument keinen Stromübergang mehr anzeigt.

Bei Freileitungen können über die Leitung hängende Äste bei Regenwetter Nebenschluß verursachen. Besonders die Einführungsstellen sind hier die Quelle von Störungen, ebenso können mangelhafte Erdanschlüsse Ursache zu Störungen geben. Alle transportablen Taster und dergleichen, bei welchen Leitungsschnüre Verwendung finden, können durch Bruch oder innere Berührung der Adern Gelegenheit zu Störungen geben. Bei den Weckern, Tastern und Kontakten aller Art sind die Kontaktstellen durch die Einwirkung der entstehenden Trennungsfunken Veränderungen ausgesetzt, welche Fehler hervorrufen können, daher ist auf metallisch reine Beschaffenheit solcher Stellen besonderes Gewicht zu legen. -wok-

Aus der Installationstechnik

1. Anzahl gasgefüllter Lampen in einem Stromkreis

Spannung	Leistung der Lampen	Stromstärke der Lampen	6-A-Sich.	10-A-Sich.	15-A-Sich.	20-A-Sich.	25-A-Sich.
			Kleinster Leitungsquerschnitt in Kupfer				
			1,5 mm²	1,5 mm²	2,5 mm²	4 mm²	6 mm²
			Normal-Fassung E 27	Goliath-Fassung E 40			
V	W	A	Lampenzahl je Stromkreis bei 75% Ausnutzung				
110	25	0,23	19	—	—	—	—
	40	0,36	12	—	—	—	—
	60	0,54	8	—	—	—	—
	75	0,68	6	—	—	—	—
	100	0,91	5	—	—	—	—
	150	1,36	3	5	8	11	14
	200	1,82	2	4	6	8	10
	300	2,72	2	2	4	6	7
	500	4,55	1	2	2	3	4
	750	6,80	—	1	2	2	3
	1000	9,1	—	1	1	2	2
	1500	13,6	—	—	1	1	1
220	25	0,12	37	—	—	—	—
	40	0,18	25	—	—	—	—
	60	0,27	16	—	—	—	—
	75	0,34	13	—	—	—	—
	100	0,46	9	—	—	—	—
	150	0,68	6	11	16	22	27
	200	0,91	5	8	12	16	20
	300	1,36	3	5	8	11	14
	500	2,26	2	3	5	7	8
	750	3,41	—	3	3	4	6
	1000	4,55	—	2	3	3	4
	1500	6,80	—	1	2	2	3
	2000	9,1	—	1	1	1	2

Ersatz von kombinierten Röhren

Ersetzte Röhre	Ersatz für: Dioden (Sirutor)	zweites System a	zweites System b
REN 924	S	RE 904	RV 12 P 2000
AN 4092		A 4110	
REN 1826	S	REN 1821	RV 12 P 2000
AN 2718		A 2118	
RENS 1254	S		RV 12 P 2000
AN 4126			
RENS 1854	S		RV 12 P 2000
AN 2127			
AB 1	S_1, S_2		
AB 2	S_1, S_2		
BB 1	S_1, S_2		
CB 1	S_1, S_2		
CB 2	S_1, S_2		
EB 1	S_1, S_2		
EB 2	S_1, S_2		
EB 4	S_1, S_2		
EB 11	S_1, S_2		
ABC 1	S_1, S_2	AC 2	RV 12 P 2000
CBC 1	S_1, S_2	CC 2	RV 12 P 2000
EBC 1	S_1, S_2	EC 2	RV 12 P 2000
EBC 3	S_1, S_2	EC 2	RV 12 P 2000
EBC 11	S_1, S_2		RV 12 P 2000
ABL 1	S_1, S_2	AL 2	RV 12 P 10
CBL 1	S_1, S_2	CL 4 (CL 1; 2)	LV 1
CBL 6	S_1, S_2	CL 4 (CL 1; 2)	LV 1
EBL 1	S_1, S_2	CL 1; EL 2	RL 12 P 10
EBL 21	S_1, S_2	(EL 11)	RL 12 P 10
UBL 1	S_1, S_2		LD 1; LV 1
UBL 21	S_1, S_2		LD 1; LV 1
EBF 1	S_1, S_2		RV 12 P 2000
EBF 2	S_1, S_2		RV 12 P 2001
EBF 11	S_1, S_2		RV 12 P 2001
UBF 11	S_1, S_2		RV 12 P 2001

(Zum Aufsatz auf Seite 21)

KURZNACHRICHTEN AUS DEM AUSLAND

Eine Milliarde Volt?

Die Universität Birmingham hat einen neuen Apparat für Atomkernforschung aufgestellt, der eine Leistung von einer Milliarde Volt entwickeln kann. Die Apparatur besitzt einen Magneten von fast zehn Metern Durchmesser und wiegt tausend Tonnen.

Das schwere Elektron entdeckt

Zwei russische Forscher haben ein schweres Elektron mit negativer Ladung entdeckt. Mit dieser Entdeckung dürfte eine neue Entwicklungsreihe eingeleitet werden.

WERKSTATTWINKE

Ersatz von Duodioden und kombinierten Röhren

Die Beschaffung von Ersatzteilen, besonders von Röhren, für den Rundfunkempfänger wird noch lange Zeit mit großen Schwierigkeiten verbunden sein. Es sind deshalb an dieser Stelle bereits in mehreren Folgen Vorschläge für die Ersatzbestückung gemacht worden, die heute durch ein weiteres Kapitel ergänzt werden sollen. Eine einfache Röhre, z. B. eine Triode oder Pentode, ist verhältnismäßig leicht zu ersetzen, weil es immer eine gewisse Anzahl ähnlicher Röhren gibt, die man, ohne allzu große Umänderungen am Empfänger vornehmen zu müssen, an die Stelle der Originalröhre setzen kann. Schwieriger liegen die Verhältnisse, wenn die fehlende oder defekte Röhre ein Kombinationstyp ist, also mehrere Systeme in ihrem Kolben vereinigt. In den meisten Fällen muß man, wie wir das früher schon gezeigt haben, mehrere Einzeltypen einbauen, was beträchtlichen Raum und Materialaufwand erfordert. Heute soll eine Reihe von Röhren behandelt werden, bei denen dieser Aufwand auf ein Minimum reduziert werden kann. Es handelt sich um Duodioden und Mehrfachröhren mit Duodioden. Eingehende Versuche haben gezeigt, daß in fast allen Fällen die Diodenstrecken mit Erfolg durch einen kleinen Gleichrichter, bekannt unter dem Namen Sirutor, ersetzt werden können. Dieser Gleichrichter ist nicht größer als ein normaler Hochohmwiderstand, er benötigt keinerlei Betriebsspannung, ist für fast alle Fälle ausreichend empfindlich und hat praktisch unbegrenzte Lebensdauer. Diese Ersatzmöglichkeit bedeutet, daß man Duodioden ohne weiteres durch den Gleichrichter ersetzen kann, ohne daß irgendeine Röhre erforderlich wäre, und sie bedeutet ferner, daß man eine kombinierte Röhre nun durch eine einzige einfache Röhre ersetzen kann, also z. B. eine Duodiode-Pentode durch eine Pentode, eine Duodiode-Triode durch eine Triode usw. Die Tabelle Seite 20 zeigt, daß mehr als 30 Typen auf diese Weise behandelt werden können, und daß sich darunter Röhren befinden, die sehr häufig auftreten und deren Ersatz schon manchem arges Kopfzerbrechen verursacht hat. In der Tabelle sind in der Spalte a) solche Typen angegeben, bei deren Verwendung überhaupt keine oder nur sehr geringfügige Änderungen am Empfänger erforderlich sind. In der Spalte b) sind vorwiegend ehemalige Wehrmachtsröhren angegeben, deren Beschaffung leichter möglich ist als die der normalen Rundfunkröhren. Die in den Abbildungen dargestellten Beispiele sind so gehalten, daß man in vielen Fällen den Empfänger überhaupt nicht auszubauen braucht und daß in den anderen Fällen nur geringfügige Änderungen vorzunehmen sind. Um zu vermeiden, daß neue Röhrenfassungen eingebaut werden müssen, ist es zweckmäßig, die neuen Ersatzröhren auf den Sockel der defekten Röhre zu montieren und diesen in die Fassung einzustecken. Dadurch bleibt der Empfänger in seinem ursprünglichen Zustand, und es kann jederzeit die vorgeschriebene Bestückungsröhre eingesetzt werden.

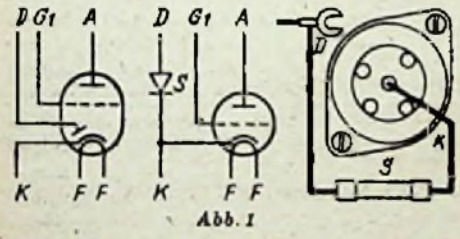


Abb. 1

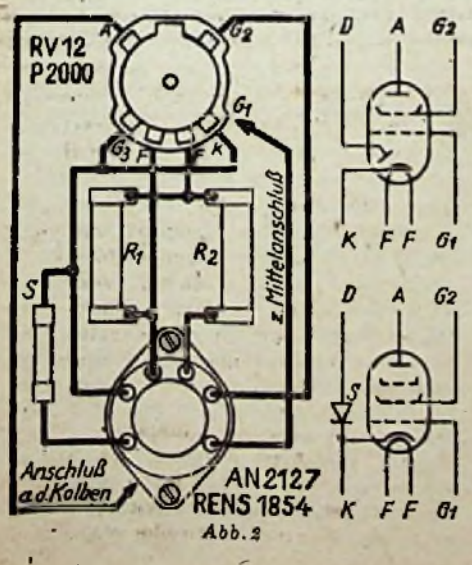
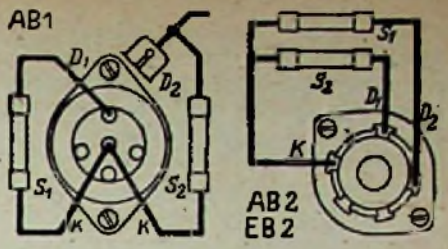
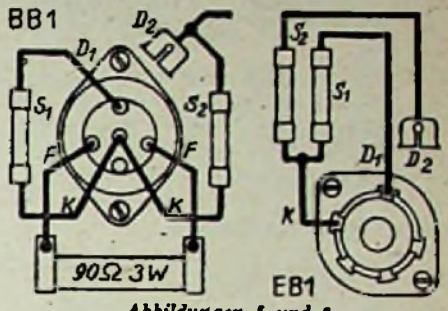


Abb. 2

Bei den einzelnen Typen sind folgende Besonderheiten zu beachten. REN 924, AN 4092. Diese Binode enthält eine Diode und eine Triode. An ihre Stelle kann ohne jegliche Umschaltung eine REN 904 oder A 4110 gesetzt werden, wenn man die Diode durch einen Sirutor S (Abb. 1) ersetzt. In allen Abbildungen ist der Sockel von oben gesehen. Der Sirutor wird zwischen den Katodenanschluß, der von unten her durch die Grundplatte nach oben geführt werden muß, und den Diodenanschluß, der zum Anschluß auf den Glaskolben führte, gelegt. Selbstverständlich kann auch eine andere Triode oder eine Pentode verwendet werden, wobei dann allerdings ein Wechsel des Sockels vorgenommen werden muß, will man nicht die neue Röhre auf einen passenden Sockel montieren. Bei der Verwendung der RV 12 P 2000 ist die Heizspannung zu berücksichtigen.



Abbildungen 3 und 4



Abbildungen 5 und 6

Näheres darüber wurde im zweiten Dezember-Heft 1946 und in Nr. 1/1947 erwähnt.

REN 1826; AN 2718. Diese Binode entspricht der im vorigen Absatz behandelten, ist jedoch für 180-mA-Gleichstromheizung vorgesehen. Bei Verwendung der REN 1821 bzw. A 2118 sind keinerlei Änderungen erforderlich. Soll die RV 12 P 2000 eingesetzt werden, so muß man parallel zu ihrem Heizfaden einen Widerstand von 120 Ω, 2 Watt schalten. Ferner muß ein Widerstand von 40 Ω in Reihe geschaltet werden, wie es z. B. in Abb. 2 geschehen ist.

RENS 1254; AN 4126. Diese Röhre enthält eine Diode und eine Tetrode. Eine Ersatzröhre, die ohne Umschaltung lediglich unter Hinzufügung des Gleichrichters eingesetzt werden könnte, ist nicht vorhanden. Abb. 2 zeigt, wie eine RV 12 P 2000, die auf einen sechspoligen Sockel entsprechend der Röhrenfassung der 1254 montiert werden kann, angeschlossen werden muß. Diese Abbildung weicht jedoch insofern ab, als sie die im nächsten Abschnitt behandelte Gleichstromausführung dieser Type darstellt. Die Widerstände R 1 und R 2 fallen also weg, für die Heizung gelten die allgemeinen Regeln.

RENS 1854; AN 2127. Entspricht den Typen des vorigen Abschnitts, jedoch für 180 mA Gleichstrom. Ein passender Ersatztyp aus der gleichen Serie ist nicht vorhanden. Bei Verwendung der RV 12 P 2000 (Abb. 2) muß ein Parallelwiderstand R 1 von 120 Ω, 2 Watt, und ein Reihenwiderstand R 2 von 40 Ω, 2 Watt für den Heizstromausgleich eingeschaltet werden. Röhrenwiderstände und Sirutor können gemeinsam auf einen Sockel aufgebaut werden, so daß ein Eingriff in den Empfänger nicht erforderlich ist.

AB 1. Die beiden Gleichrichter S 1 und S 2 werden auf einen fünfpoligen Sockel montiert. Der Anschluß D 2 wird durch eine geeignete Vorrichtung mit S 2 verbunden (Abb. 3). Zeigt die Schaltung, daß nur eine Diodenstrecke verwendet wird, oder daß beide parallel geschaltet sind, so genügt ein Gleichrichter.

AB 2; EB 2. Diese beiden Duodioden unterscheiden sich von der AB 1 nur durch die Sockelschaltung. Im übrigen gelten die gleichen Hinweise. Bei der Wechselstromheizung braucht auf die Heizanschlüsse keine Rücksicht genommen zu werden (Abb. 4).

EB 1. Diese Duodiode entspricht in der Sockelschaltung der AB 1. Da durch Entfernen der Röhre der Heizkreis unterbrochen wird, muß ein Widerstand von 90 Ω, 3 Watt eingeschaltet werden (Abb. 5).

EB 1. Duodiode für 6,3-V-Heizung, die jedoch unberücksichtigt bleibt, weil die Fäden parallel liegen. Werden die Gleichrichter auf einem fünfpoligen in die Fassung passenden Sockel montiert, so ist ein Eingriff in den Empfänger nicht erforderlich (Abb. 6).

CB 1. Allstrom-Duodiode mit Sockelschaltung entsprechend EB 1. Zur Vermeidung der Heizkreis-Unterbrechung wird ein Widerstand von 65 Ω, 3 Watt zwischen die beiden Heizanschlüsse am Sockel gelegt (Abb. 7).

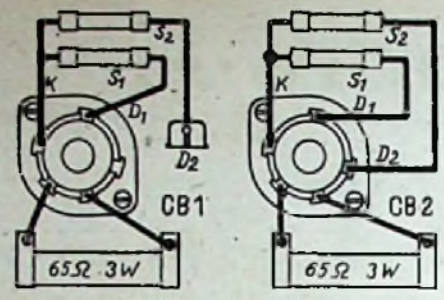
CB 2. Entspricht der CB 1, Abweichung nur in der Sockelschaltung (Abb. 8).

EB 4. Duodiode mit zwei getrennten Katoden. Bei Wechselstromheizung sind die Heizfäden parallel geschaltet, der Widerstand R ist dann nicht erforderlich. Bei Allstrom-Heizung (Reihenschaltung) wird der Widerstand R in Größe von 100 Ω, 2 Watt vorgesehen (Abb. 9).

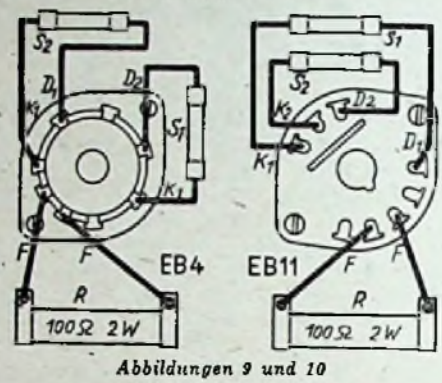
EB 11. Entspricht der EB 4, jedoch mit Stahlröhrensockel. Der Widerstand R (100 Ω, 2 Watt) wird nur bei Reihenschaltung der Heizfäden angeschlossen. Bei Transformatorheizung ist er nicht erforderlich (Abb. 10).

ABC 1; CBC 1; EBC 1; EBC 3. Für diese Duodioden-Trioden gibt es innerhalb ihrer Serie jeweils einen Typ, der ohne jede Umschaltung eingesetzt werden kann, wenn man die Diodenstrecken durch Gleichrichter ersetzt (vgl. Tabelle). In keinem Fall braucht die Heizung berücksichtigt zu werden, da diese Röhren in den Heizdaten mit ihren Ersatzröhren übereinstimmen (Abb. 11). Dagegen muß bei Verwendung der RV 12 P 2000 an Stelle der CBC 1 ein Parallelwiderstand von 100 Ω, 2 Watt eingeschaltet werden. Dasselbe gilt auch für die EBC 3, wenn Allstromschaltung vorliegt. In diesem Falle ist außerdem der Vorwiderstand im Heizkreis um 30 Ω zu verringern.

EBC 11. Für diese Duodiode-Triode ist eine geeignete Ersatzröhre ähnlicher Art wie bei den bisher behandelten Typen nicht vorhanden. Es müssen daher umfangreiche Umschaltungen vorgenommen werden. Abb. 12 zeigt die Anschlüsse für eine RV 12 P 2000. Der Widerstand R_1 in Größe von 100 Ω, 2 Watt ist nur bei Allstromschaltung erforderlich. In diesem Fall muß der Vorwiderstand im Heizkreis wieder durch 30 Ω verringert werden. Das kann durch Verschieben einer Schelle auf dem Widerstand oder durch Parallelschaltung mit einem anderen Widerstand erfolgen. Für das Schirmgitter der RV 12 P 2000 muß ein Widerstand R 2 eingebaut werden (300 kΩ), der



Abbildungen 7 und 8



Abbildungen 9 und 10

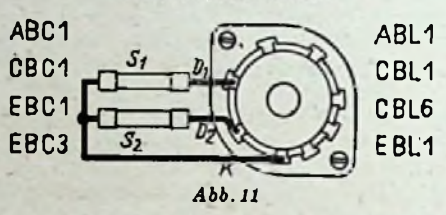


Abb. 11

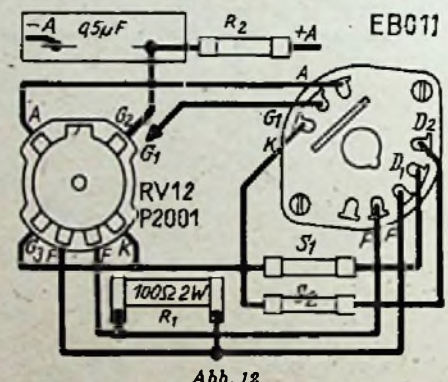


Abb. 12

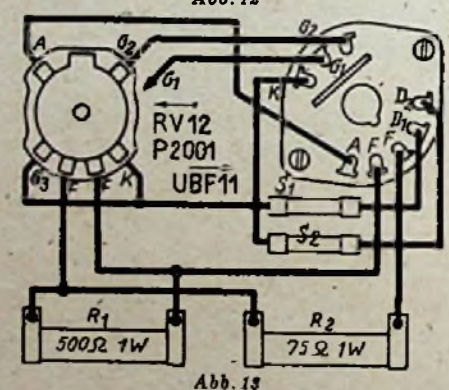


Abb. 13

mit + A verbunden wird. Zwischen Schirmgitter und Masse ist ferner ein Kondensator von 0,5 bis 1 Mikrofarad zu legen (Abb. 12).

ABL 1. Die Duodiode-Endpentode kann sehr leicht ersetzt werden durch die AL 2, da sie in der Sockelschaltung mit dieser übereinstimmt (abgesehen vom Dioden-Anschluß). Der Katodenwiderstand, der bei der ABL 1 150 Ω beträgt, ist auf 600 Ω zu vergrößern (Abb. 11).

CBL 1; CBL 6. Diese der ABL 1 entsprechenden Typen können durch CL 4 ohne Umschaltung ersetzt werden. Bei Verwendung der CL 1 ist der Katodenwiderstand auf 500 Ω, bei der CL 2 auf 400 Ω zu verändern (Abb. 11). Bei Verwendung der LV 1 muß der Vorwiderstand im Heizkreis um 160 Ω vergrößert werden.

EBL 1. Ohne Umschaltung kann an die Stelle der EBL 1 eine EL 1 oder EL 2 gesetzt werden, wenn man nach Abb. 11 die Gleichrichter hinzufügt. Der Katodenwiderstand muß auf 500 Ω verändert werden. Bei Verwendung der RL 12 P 10 muß außer der Sockelschaltung auch die Heizung berücksichtigt werden.

EBL 21. Für diese Duodiode-Endpentode mit Oktalsockel ist eine geeignete Ersatzröhre, bei der keine oder nur geringfügige Umschaltungen erforderlich wären, nicht vorhanden. Verwendbar wäre die EL 11, die jedoch einen anderen Sockel hat, sonst aber in ihren Daten mit der EBL 21 weitgehend übereinstimmt, so daß Widerstandsänderungen u. dgl. nicht erforderlich sind. Der Umbau auf RL 12 P 10 erfordert größere Umschaltungen (vgl. dazu Heft 3 u. 4).

UBL 1; UBL 21. Für die U-Röhren ist wegen ihres Heizstromes von 0,1 A nur schwierig eine Ersatzröhre zu finden. Denselben Heizstrom hat die Endtriode LD 1. Bei ihrer Verwendung muß jedoch der Vorwiderstand im Heizkreis um ca 420 Ω vergrößert werden. In den früheren Abhandlungen („Röhrenersatz — heute") sind diese Umschaltungen berücksichtigt. Ersetzt man nun die dort angegebenen Duodioden durch die hier vorgeschlagenen Sirutor-Gleichrichter, so kann man beachtliche Ersparnisse erzielen.

EBF 1; EBF 2. Bei dem Ersatz dieser Röhren ist in jedem Falle eine umfangreiche Umschaltung erforderlich, da entweder ein anderer Röhrensockel eingebaut oder eine Röhre auf einen entsprechenden Sockel aufgesetzt werden muß, wobei dann die Heizung einzuregeln ist. Die Umschaltung auf RV 12 P 2000 ist in ähnlicher Weise durchzuführen, wie in Abb. 2 und 12 angegeben wurde. Bei Allstrom-Schaltung ist parallel zum Heizfaden der RV 12 P 2001, die an Stelle der EBF 2 zu setzen ist, ein Widerstand von 100 Ω, 2 Watt zu legen und der Vorwiderstand im Heizkreis um 30 Ω zu verringern.

EBF 11; UBF 11. Für diese beiden sehr häufig verwendeten Duodioden-Regelpentoden stehen die Ersatztypen EF 11 und UF 11 zur Verfügung. Diese stimmen jedoch in den Sockelschaltungen nicht überein. Es sind daher die Anoden-Anschlüsse entsprechend der Sockelschaltung umzulegen und die Diodenstrecken durch Sirutor-Gleichrichter zu ersetzen. Soll die EBF 11 durch eine RV 12 P 2001 ersetzt werden, so muß parallel zum Heizfaden ein Widerstand von 100 Ω, 2 Watt gelegt und der Vorwiderstand im Heizkreis um 30 Ω verringert werden. Tritt an die Stelle der UBF 11 eine RV 12 P 2001, so beträgt der Parallel-Widerstand 500 Ω, der Vorwiderstand muß um 75 Ω vergrößert werden (Abb. 13).

Hans Prinzler

FÜR DEN JUNGEN TECHNIKER

Die physikalischen Grundlagen der Elektro- und Funktechnik

Berechnung magnetischer Kreise, Rechnungsgang und Beispiel

Ist ein magnetischer Kreis zu berechnen, so kann entweder die Durchflutung gegeben sein und der magnetische Fluß gesucht werden, oder umgekehrt der magnetische Fluß gegeben sein und die Durchflutung gesucht werden. Die auftretenden magnetischen Induktionen sowie Richtung und Verlauf des Flusses werden durch die Formgestaltung bestimmt. Bei der Berechnung sieht man das Feld in den einzelnen Teilen als homogen (gleichförmig) an und eine ganze Reihe von Annahmen sind unerläßlich. Daß Werkstoff und Querschnitt dabei gleichbleiben, ist Voraussetzung. Im Falle von Querschnittsänderungen der aufeinanderfolgenden Teile erfolgt der Übergang der Feldlinien allmählich. Die eingehenden Berechnungen dieses Zustandes sind so langwierig und schwierig, daß man im allgemeinen darauf verzichtet und sie nur in den äußersten Fällen in elektrischen Maschinen vornimmt. Man begnügt sich dann mit der Annahme eines gleichmäßigen Überganges. Da Luft eine geringere magnetische Durchlässigkeit als Eisen hat (siehe frühere Abschnitte), wird man Wege durch Luft möglichst vermeiden und den Fluß stets durch Eisen führen. Die notwendigen Luftspalte werden auf das geringste Maß beschränkt.

Betrachten wir auf Bild 1 das Normal-Magnetgestell, so bezeichnet man die Teile (3) und (5), welche die Erregerwicklung tragen, als *Schenkel* oder auch als *Pole*. Das Teil (4), welches die beiden Schenkel verbindet, nennt man *Joch*. Das Stück (1), welches den Polen gegenüberliegt, wird *Anker* genannt. Im Anker schließen sich die Feldlinien zu einem Kreis, und hierin soll auch in der Regel der Nutzfluß auftreten. Wegen der Streuung durch die Luftspalte muß in den Schenkeln und im Joch ein größerer Nutzfluß vorhanden sein als im Anker. Die Schenkel bestehen in der Regel aus sogenanntem Dynamoblech, das Joch aus Stahlguß und der Anker aus Gußeisen.

Wollen wir annehmen, in dem in Bild 1 gezeichneten Anker soll ein Nutzfluß von $5{,}24 \cdot 10^5$ ($= 524\,000$) auftreten, wobei mit einer Streuung von 15 % gerechnet werden soll. Es ist die notwendige Durchflutung zu errechnen.

Wir sehen, daß der Fluß nacheinander folgende Teile durchsetzt:

1. Anker (Gußeisen),
2. Luftspalt,
3. Schenkel (Dynamoblech),
4. Joch (Stahlguß),
5. Schenkel (Dynamoblech),
6. Luftspalt.

Vor Beginn der Berechnungen wird erst der Querschnitt der einzelnen Teile senkrecht zur Richtung des Flusses ermittelt.

Anker: $F_A = 10 \cdot 7{,}5 = 75\ \text{cm}^2$
Luftspalt: $F_l = 7{,}5 \cdot 7{,}5 = 56\ \text{cm}^2$
Schenkel: $F_s = 7{,}5 \cdot 7{,}5 = 56\ \text{cm}^2$
Joch: $F_j = 5 \cdot 7{,}5 = 37{,}5\ \text{cm}^2$

Durch Umstellung und Anwendung der Formel (1 in Heft 5/1947 dieser Reihe) erhalten wir die folgenden Induktionen:

Anker: $\mathfrak{B}_A = \frac{\Phi}{F_A} = \frac{5{,}24 \cdot 10^5}{75} = 6980\ G$

Luftspalt: $\mathfrak{B}_l = \frac{\Phi}{F_l} = \frac{5{,}24 \cdot 10^5}{56} = 9350\ G$

Wegen der angenommenen und vorhandenen Streuung muß in den Schenkeln und im Joch der Fluß um 15 % höher sein. Die Streuungszahl ist also $\sigma = 1{,}15$

$\Phi_G = \sigma \cdot \Phi = 1{,}15 \cdot 5.24 \cdot 10^5 = 6{,}03 \cdot 10^5\ M.$

So erhalten wir als Induktionen im:

Schenkel: $\mathfrak{B}_s = \frac{\Phi_G}{F_s} = \frac{6{,}03 \cdot 10^5}{56} = 10\,950\ G$

Joch: $\mathfrak{B}_J = \frac{\Phi_G}{F_j} = \frac{6{,}03 \cdot 10^5}{3{,}75} = 16\,100\ G$

Aus vorhandenen Tabellen finden wir zu den verschiedenen Werkstoffen die zu ermittelten Induktionen gehörenden Feldstärken:

Anker: $\mathfrak{H}_A = 39\ \text{AW/cm}$
Luftspalt:

$$\mathfrak{H}_L = \frac{\mathfrak{B}_L}{\mu \cdot \pi} = \frac{9350}{1 \cdot 1{,}256} = 7360\ \text{AW/cm}$$

Schenkel: $\mathfrak{H}_s = 3{,}8\ \text{AW/cm}$
Joch: $\mathfrak{H}_J = 51\ \text{AW/cm}$

Die durchschnittlichen Feldlinienlängen entnehmen wir der Skizze der Abb. 1:

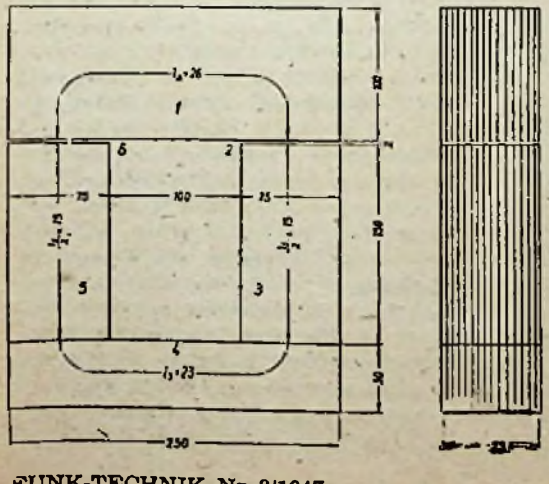
Anker: $l_A = 26\ \text{cm}$
Luftspalte: $l_l = 2 \cdot 0{,}2 = 0{,}4\ \text{cm}$
Schenkel: $l_S = 2 \cdot 15 = 30\ \text{cm}$
Joch: $l = 23\ \text{cm}$

Haben wir besonders verwickelte Formen magnetischer Kreise, so zeichnet man sich am besten einen Riß der Figur auf und greift die Längen mit einem Stechzirkel ab. Für die Berechnung ist dieses Verfahren genau genug.

Aus den ermittelten Werten ergibt sich nach den bekannten Formeln folgender Wert für die Durchflutung:

Anker: $\mathfrak{H}_A \cdot l_A = 39 \cdot 26 = 1014\ \text{AW}$
Luftspalt: $\mathfrak{H}_l \cdot l_l = 7360 \cdot 0{,}4 = 2941\ \text{AW}$
Schenkel: $\mathfrak{H}_s \cdot l_s = 3{,}8 \cdot 30 = 114\ \text{AW}$
Joch: $\mathfrak{H}_J \cdot l_J = 51 \cdot 23 = 1172\ \text{AW}$
Gesamte Durchflutung: Θ 6241 AW

Im nächsten Absatz folgt die Berechnung der Erregerwicklung. —ei—



Wissenswertes über Wärme

Strom- und Lichtbogenwärme haben nur beschränkte Anwendungsmöglichkeiten. Für gewisse gewerbliche und industrielle Zwecke wird daher von anderen Wärmequellen der Elektrizität Gebrauch gemacht.

Induktionswärme

Wenn ein Wechselstrom durch eine Spule fließt, erzeugt er ein magnetisches Feld, dessen Fluß mit dem Strom seine Richtung ändert. Dieses Wechselfeld induziert in einem Leiter, der innerhalb der Spule liegt (Spulenkern), eine elektromotorische Kraft und damit Ströme, die als Wirbelströme bezeichnet werden (s. Abb. 1). Sie verlaufen, da sie ein gegenmagnetisches Feld aufzubauen versuchen, in umgekehrter Richtung des Stromes in der Induktionsspule. Der magnetische Fluß verläuft im Kern nahe der Oberfläche; diese Wirkung (Hauteffekt) ist um so größer, je höher die Frequenz des Stromes ist. Eine Spule mit Kern darf gewissermaßen als Transformator betrachtet werden, bei dem die Induktionsspule die primäre Wicklung und der Kern eine kurzgeschlossene Sekundärwicklung darstellt.

Wie jeder elektrische Strom, so erzeugen auch die Wirbelströme Wärme infolge des Widerstandes, den sie im durchflossenen Leiter finden. Die als Wirbelstromverlust zu betrachtende Wärme ist in erster Linie proportional mit dem Quadrat der Stromstärke, hängt aber auch von anderen Faktoren ab. Wenn I die Stromstärke, n die Anzahl der Spulenwicklungen, f die Frequenz, μ die magnetische Durchlässigkeit (Permeabilität) des Kernwerkstoffes, ϱ den spezifischen Widerstand im Kern und t die

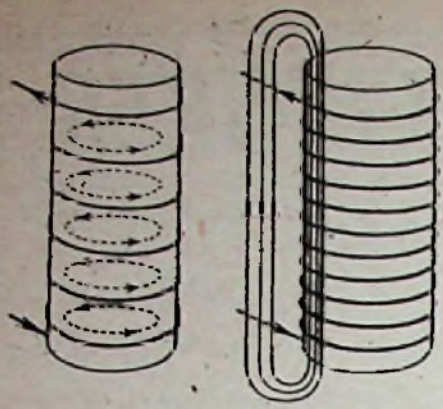


Abb. 1. Wirkung der elektromagnetischen Induktion. Links: magnetischer Fluß durch eine Spule mit metallischem Kern. Rechts: induzierte Wirbelströme im Kern

Zeitdauer bezeichnen, so gilt für die in Wärme verwandelte Stromarbeit:

$$A = I^2 \cdot n^2 \cdot \sqrt{f \cdot \mu \cdot \varrho} \cdot t \cdot \text{Konst.}$$

Die erreichte Temperatur hängt ab von der Stärke des magnetischen Feldes, der Dauer des Heizvorganges sowie von der Masse und Zusammensetzung des Kernwerkstoffes.

Handelt es sich bei dem im Spuleninnern angeordneten Körper um ein magnetisierbares Metall, also Eisen, so tritt wärmebildend auch die Hysteresis in Erscheinung. Für das dauernde Ummagnetisieren des Spulenkerns muß eine gewisse Arbeit aufgewendet werden, die Hysteresisverlust genannt wird und sich in einer Erwärmung des Eisenkerns äußert. Die Wärmewirkung der Hysteresis erklärt sich aus der beim Magnetisieren auftretenden Molekularreibung; ihre Größe ist unmittelbar von der Frequenz des magnetischen Feldes abhängig.

Mit steigender Temperatur des Eisenkerns verschwindet die Hysteresiswirkung, denn Eisen und Stahl verlieren mit zunehmender Erwärmung ihre Magnetisierbarkeit und werden bei etwa 775 ° C völlig unmagnetisch. Die Wärmeerzeugung durch Induktionswirkung besteht daher eigentlich aus zwei getrennten Vorgängen, von denen der durch die Hysteresis hervorgerufene nur zu Beginn der Erwärmung eine Rolle spielt, während bei höheren Temperaturen nur noch die Wirbelstromwärme wirksam bleibt. In der Praxis (bei absichtlich vorgenommener Wärmeerzeugung) kann die Hysteresiswärme meist vernachlässigt werden.

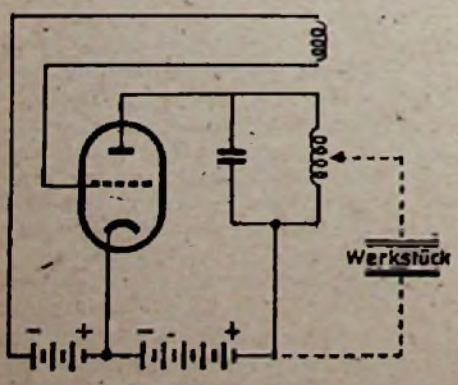


Abb. 4. Grundsätzliches Schaltbild eines Röhrenoszillators für Dielektrikheizung mittels Kondensatorwärme

Induktionswärme ist bei vielen elektrischen Geräten und Maschinen eine unvermeidliche und Verluste bedeutende Nebenerscheinung, z. B. bei Elektromotoren und Transformatoren. Man beschränkt sie dadurch, daß die Spulenkerne derartiger Geräte aus gegenseitig isolierten Eisenblechen aufgebaut werden, wodurch sich die Entstehung von Wirbelströmen stark erniedrigen läßt.

Für die schnelle Erhitzung metallischer Werkstücke wird in der neuzeitlichen Technik zum Glühen und Härten von der Induktionswärme viel Gebrauch gemacht. Die zu erhitzenden Körper werden dabei von Induktionsspulen umhüllt, die ihrer Form angepaßt sind (s. Abb. 2). Je nach der gewählten Frequenz läßt sich eine Tiefenwirkung (niedrige Frequenzen) oder eine ausgesprochene Oberflächenwirkung (hohe Frequenzen) erreichen. Letzteres spielt beim Härten eine große Rolle. Eine besondere Art der Anwendung von Induktionswärme stellt der zum Ausschmelzen von Erzen viel verwendete Induktionsofen dar, bei dem das Schmelzgut nicht den Kern einer Induktionsspule bildet, sondern in einer ringförmigen Schmelzrinne die Sekundärwicklung eines Transformators darstellt (s. Abb. 3).

Abb. 2. Beispiel der Anwendung einer hochfrequenten Induktionsheizung zur Oberflächenhärtung von Feilen (Schematische Darstellung)

Kondensatorwärme

Eine weitere Art der Wärmebildung auf elektrischem Wege ist die der Erzeugung atomarer Reibungswärme durch hochfrequente Schwingungen. Dies findet beispielsweise in Kondensatoren statt, die in einem HF-Schwingungskreis liegen. Die schnell wechselnde Spannung stört die Elektronenbahnen um die Atome und erzeugt hierdurch Reibungswärme. Es kommt dabei nicht auf Stromstärke an, sondern nur auf Spannung und Frequenz. Je höher die Frequenz, desto höher sind die entstehende Reibung und Wärme. Kondensatorwärme ist daher nicht an das Vorhandensein eines Leiters gebunden, sie läßt sich vielmehr auch in jedem Dielektrikum hervorrufen.

Bei Dielektrikheizung, wie man diese Art der Wärmeerzeugung nennen darf, liegt der zu erwärmende Körper zwischen den Kondensatorplatten in einem hochfrequenten Schwingungskreis (siehe Abb. 4). Die entstehende Wärme bildet den dielektrischen Verlust des Kondensators; sie wird gleichmäßig in allen Teilen des beheizten Körpers hervorgerufen.

Die Zusammenhänge zwischen den einzelnen für die Bildung von Kondensatorwärme maßgebenden Faktoren zeigt der

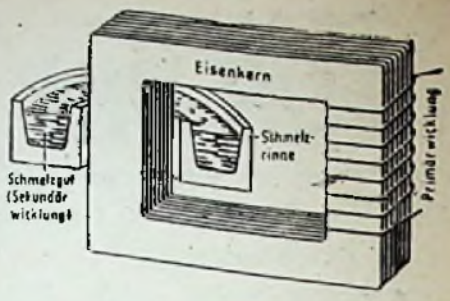


Abb. 3. Induktionsofen zum Schmelzen von Metallen. Das Schmelzgut bildet den kurzgeschlossenen Sekundärkreis eines Transformators

Ausdruck für die dafür aufzuwendende Arbeit. Wenn U die Spannung an den Kondensatorplatten, f die Frequenz und C die Kondensatorkapazität bezeichnen, dann ist

$$A = U^2 \cdot f \cdot C \cdot \text{Konst.}$$

Diese Gleichung zeigt, daß für die Wärmewirkung die Spannung ausschlaggebend ist. Wenn Spannung und Frequenz frei gewählt werden können, so muß, wenn die abgegebene Wärme unverändert bleiben soll, eine Herabsetzung der Spannung von einer Vervierfachung der Frequenz begleitet sein.

Die Anwendungsmöglichkeiten für die Dielektrikheizung sind sehr groß. Sie erstrecken sich auf Trocknungsvorgänge aller Art, auf chemische Prozesse usw.[1]). Die dabei zur Anwendung kommenden Frequenzen werden mit einigen tausend bis zu mehreren zehntausend Volt angewendet.

Brüche

Genau wie die Addition zweier natürlicher Zahlen wieder zu einer natürlichen Zahl führt, ergibt auch die Multiplikation zweier natürlichen Zahlen wieder eine natürliche Zahl. Die Tatsache, daß die Subtraktion zweier natürlichen Zahlen nicht immer eine natürliche Zahl zur Folge hat, zwang zu einer Erweiterung des Zahlenbereiches, zur Einführung der negativen Zahlen. Ebenso liegen die Dinge bei der Division. Wir erhalten dabei nur dann natürliche Zahlen, wenn der Divisor ein Teiler des Dividendus ist. Zahlen, die nur durch 1 oder sich selbst teilbar sind, heißen Primzahlen, alle anderen sind zusammengesetzte Zahlen. Das Wesen der Primzahlen, ihr Aufbau, ihre Anzahl haben die Gelehrten von der ältesten bis zur jüngeren Zeit, von den Pythagoräern bis zu Gauß zu geistreichen Untersuchungen angeregt. Zahlen, die durch 2 teilbar sind, heißen gerade, alle anderen ungerade Zahlen, sie sind von der Form 2n bzw. 2n + 1. Zusammengesetzte Zahlen kann man in Faktoren zerlegen, die prim sind, d. h. in Primfaktoren. Zwei Zahlen sind entweder teilerfremd oder haben einen gemeinsamen Teiler. Der größte gemeinschaftliche Teiler zweier oder mehrerer Zahlen ist das Produkt aller gemeinsamen Primfaktoren. Ist z. B. der größte gemeinschaftliche Teiler zu $18x^3yz$ und $27x^2z$ zu bestimmen, so bilden wir

1) Vergleiche FUNK-TECHNIK (Nr. 1/47, S. 27) „Kurzwellen im Dienste der Industrie".

$18x^3yz = 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot x \cdot x \cdot x \cdot y \cdot z$,

$27x^2z = 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot x \cdot x \cdot z$.

Die gemeinsamen Primfaktoren sind 3, 3, x, x, z, so daß also der größte gemeinschaftliche Teiler $9x^2z$ ist.

Das kleinste gemeinschaftliche Vielfache zweier oder mehrerer Zahlen ist die kleinste Zahl, die durch diese Zahlen teilbar ist. Das kleinste gemeinschaftliche Vielfache von $4x^2y$, $6xy^2$, $9xy$ erhalten wir, indem wir zerlegen $4x^2y = 2 \cdot 2 \cdot x \cdot x \cdot y$, $6xy^2 = 2 \cdot 3 \cdot x \cdot y \cdot y$, $9xy = 3 \cdot 3 \cdot x \cdot y$. Bilden wir das Produkt der höchsten Potenzen der Primfaktoren, so folgt $2^2 \cdot 3^2 \cdot x^2 \cdot y^2 = 36x^2y^2$ als verlangtes kleinstes gemeinschaftliches Vielfache.

Jede Divisionsaufgabe, bei der der Divisor nicht ein Teiler des Dividendus ist, z. B. 4 : 5, hat keinen Sinn, denn es gibt keine natürliche Zahl, die mit 5 multipliziert 4 ergibt. Die Aufgabe wird erst sinnvoll durch eine neue Erweiterung des Zahlenbereiches, durch Einführung der Brüche oder der gebrochenen Zahlen. Ein Bruch ist ein Quotient, bei dem der Devisor, den wir als Nenner des Bruches bezeichnen, kein Teiler des Dividendus ist, den wir Zähler des Bruches nennen. Ein Bruch entsteht, wenn man ein Ganzes in eine Anzahl gleicher Teile teilt. Das Zeichen des Bruches ist ein waagerechter Strich, der Bruchstrich. Der Nenner gibt dem Bruch den Namen und läßt erkennen, in wieviel Teile das Ganze zerlegt ist; der Zähler zählt die Teile. Brüche, deren Zähler 1 ist, heißen Stammbrüche. Auch der Nenner eines Bruches kann 1 sein, die Zahl 1 hat dann allerdings keine Bedeutung, da ja $\frac{4}{1} = 4$ ist. Brüche, deren Zähler kleiner ist als der Nenner, sind echte Brüche, ist der Zähler größer als der Nenner, so haben wir einen unechten Bruch. Er kann zerlegt werden in eine ganze Zahl und einen echten Bruch. Beide zusammen bilden eine gemischte Zahl. So ist $\frac{5}{4} = 1\frac{1}{4}$, wofür man eigentlich schreiben müßte $1 + \frac{1}{4}$. Denn $1\frac{1}{4}$ ist die Summe von 1 und $\frac{1}{4}$ und nicht, wie man nach der Schreibweise annehmen müßte, deren Produkt (vergl. Heft 1/47).

Den Bruch $\frac{3}{5}$ kann ich auf zweierlei Art erhalten: Ich teile 3 Ganze in 5 Teile oder ich teile 1 Ganzes in 5 Teile und nehme von diesen 5 Teilen 3, um $\frac{3}{5}$ zu erhalten. Es ist $\frac{3}{5} = \frac{1}{5} \cdot 3$, d. h. $\frac{3}{5} \cdot 1 = \frac{1}{5} \cdot 3$. Das ist nichts Neues, sondern nur die Erfüllung eines Gesetzes, das wir schon früher (vergl. Heft 6/47) kennen gelernt haben.

Ganze und gebrochene Zahlen sind rationale Zahlen; sie heißen deshalb so, weil ratio Verhältnis bedeutet und das Verhältnis der rationalen Zahlen zur Einheit stets genau angebbar ist.

Die Erweiterung des Zahlenbereiches durch Einführung der Brüche war für die Mathematiker eine nicht zu umgehende Notwendigkeit, wenn anders die allgemeine Gültigkeit der Rechengesetze gewahrt bleiben sollte. Der Quotient in allgemeinen Zahlen a : b verlöre ja fast jede allgemeine Bedeutung, wenn ich stets die Bedingung stellen müßte, daß nicht nur $a \geq b$, sondern auch a ein ganzzahliges Vielfaches von b wäre. Außerdem erforderte das praktische Leben frühzeitig die Einführung von Brüchen. Brüche sind deshalb sehr früh, schon in vorhistorischer Zeit, nachweisbar; ihr Gebrauch bürgerte sich allerdings sehr langsam ein; noch ein so bedeutender Künstler und Gelehrter wie Leonardo da Vinci zeigte große Vorsicht bei der Anwendung der Bruchrechnung. Jetzt ist uns der Umgang mit Brüchen so vertraut geworden, daß wir oft gar nicht mehr daran denken, den Teil eines Ganzen vor uns zu haben, sondern den Bruch unbewußt als neue Einheit auffassen, wenn wir z. B. von einem ganzen, Halbenliter, einer geschlagenen Viertelstunde usw. sprechen.

Bei der Eintragung der ganzen Zahlen auf der Zahlengeraden bleiben zwischen den einzelnen Zahlen Zwischenräume, deren Größe von der Wahl der Einheit abhängt. Durch die Eintragung auch der gebrochenen Zahlen verschwinden zwar die Lücken zwischen zwei Zahlen nicht vollständig, sie lassen sich aber beliebig klein machen, da man zu zwei benachbarten Zahlen immer noch neue finden kann, die zwischen ihnen liegen. Man sagt deshalb, die rationalen Zahlen liegen auf der Zahlengeraden überall dicht.

Übungsaufgaben

1. Den größten gemeinsamen Teiler zu finden von a) $4x^2y$ und $6xy$, b) $a(a+b)$ und $a(a-b)$, c) $(x+y)^2$ und $x(x+y)$, d) $(a+b)^2$ und $(a-b)^2$, e) a^2+b^2 und a^2-b^2.

2. Das kleinste gemeinschaftliche Vielfache zu bestimmen von a) x^2, x^2-y^2, $x(x+y)$, b) $100x^3y$, $25xy^2$, $75x^2y^3$, c) $a(a+b)$, $(a+b)^2$, a^2-b^2.

Ergebnisse der Aufgaben aus Heft 7/47:

1 a) $3x^2z$. 1 b) $5a^2(x-y)$. 1 c) 4.
2 a) $2a-7b$. 2 b) $-5a^2+8a+11$.
3) $10x-10y$. 4) $4u+7v$. 5) a^2-4a-2.
6) $5x^4-4x^3+3x^2-2x+1$. 7) a^2-ab+b^2.
8) x^2+x+1. 9) $2a^5+15a^3-8a$.
10) $9x^3+12x^2-8x$.

GRAF ARCO

Der Name Arco hatte in der Funktechnik einen ähnlichen Klang wie der Marconis. Beide haben hervorragende Verdienste um die Entwicklung der Hochfrequenztechnik, und beide standen an der Spitze führender Industrieunternehmungen.

Arco sollte ursprünglich Offizier werden. Er zog aber bald die Laufbahn des Technikers der des Soldaten vor. Der am 30. August 1869 zu Großgorschütz in Schlesien geborene bezog die Technische Hochschule Berlin, wo er das Glück hatte, in Professor Slaby einen Lehrer zu finden, dem er entscheidende Anregungen verdankte. Durch ihn kam er zur Hochfrequenztechnik. Als Assistent Slabys hatte er hervorragenden Anteil an der Entwicklung des Systems Slaby-Arco, das von der AEG zur praktischen Auswertung angenommen wurde. Es hatte einen harten Wettstreit dem von Siemens & Halske vertretenen System des Professors Braun zu bestehen, ein Streit, der erst durch die Gründung der Telefunkengesellschaft beendet wurde, die beide Systeme für die Weiterentwicklung ausnutzte. 1903, am Gründungstage von Telefunken, wurde Arco technischer Direktor dieser Gesellschaft, eine Stellung, die er bis 1931 innehatte. Arco hat nicht nur eine Reihe wichtiger Verbesserungen angegeben, sondern es auch verstanden, der Gesellschaft fähige Mitarbeiter zu sichern und dadurch die führende Stellung seiner Gesellschaft zu behaupten. Stets hat er sich für erfolgversprechende Gedanken eingesetzt. So erkannte er u. a. klar die großen Vorzüge des von Max Wien angegebenen Löschfunkensenders. Große Aufmerksamkeit widmete er der Hochfrequenzmaschine, die lange Zeit eines der wichtigsten Hilfsmittel zur Erzeugung ungedämpfter Schwingungen war, bis sie schließlich durch die immer mehr verbesserten Röhrensender abgelöst wurde.

Hochfrequenzmaschinen sind Stromerzeuger, die entweder durch eine große Anzahl von Polen in Verbindung mit hohen Drehzahlen des Rotors einen Strom von hoher Frequenz abgeben oder aber zunächst eine Grundschwingung liefern, die durch andere Mittel außerhalb der Maschine auf die gewünschte hohe Schwingungszahl gebracht wird.

Graf Arco baute eine Hochfrequenzmaschine, die 1500 Umdrehungen in der Minute machte und 6000 Schwingungen in der Sekunde lieferte. Dieser Wechselstrom wurde dann Frequenzwandlern zugeführt, Umformern, die durch eine Erregergleichstromdynamo bis zur Sättigung magnetisiert wurden. Durch die nun entstehenden Magnetisierungsschwankungen, die einen Induktionsstrom in den Sekundärspulen der Transformatoren erzeugen, wurde die ursprüngliche Schwingungszahl des Hochfrequenzstromes verdoppelt, also auf 12 000 Schwingungen gebracht. Dieser Vorgang wurde noch zweimal wiederholt, so daß schließlich 48 000 Schwingungen in der Sekunde erreicht wurden. Zwischen den Umformern waren Kondensatoren angeordnet, deren Aufgabe es war, die vom Wechselstrom durchflossenen Spulen der Umformer in Resonanz zu bringen.

Durch eine in den Stromkreis der Erregerspule eingeschaltete Drosselspule wurde der Wechselstrom von den Wicklungen der Gleichstrommaschine ferngehalten. Von der Sekundärspule des letzten Umformers wurde die Antenne beschickt. Zahlreiche Großfunkstellen wurden mit diesen Maschinen ausgerüstet, u. a. auch Nauen.

Für diese Leistung erhielt Graf Arco von der Universität Straßburg 1916 den Titel eines Ehrendoktors.

Von seinen sonstigen Arbeiten sei hier des Wellenmessers gedacht. Er erst gestattete eine einwandfreie Abstimmung von Sendern und Empfängern.

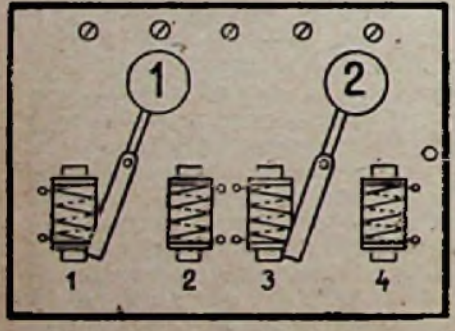
Als Arco am 4. Mai 1940 starb, war der letzte der deutschen Forscher auf dem Gebiete des Funkwesens heimgegangen, der diese Entwicklung von ihren ersten Anfängen an mitgemacht hatte.

Wo steckt der Fehler?

Aufgabe Nr. 8

Ein Installateurgehilfe hat von seinem Meister eine Ruftafel mit Stromwechselklappe und elektrischer Abstellung für zwei Fallklappen erhalten, deren Spulen ausgewechselt worden sind. Er soll nun die Ruftafel wieder ordnungsgemäß schalten, so daß sie in die Anlage eingebaut werden kann. Die Klappen besitzen einen polarisierten Anker, welcher, je nachdem wie der Strom die Spulen durchläuft, angezogen oder abgestoßen wird. Die Abbildung zeigt die reparierte Ruftafel mit den noch freien Anschlüssen an den Spulen und Klemmen. Wie muß der Elektrogehilfe die Ruftafel schalten? Einen Hinweis erhält er von dem Meister: Der Anker 1 ist für die Fallklappe 1, der Anker 3 für die Fallklappe 2 bestimmt.

Da der Gehilfe die FUNK-TECHNIK nicht liest, aus der unter dem Abschnitt — Der Elektromeister — die Abhandlung „Signalanlagen" ihm Hinweise hätte geben können, kommt er mit der Schaltung nicht zurecht. Wer kann ihm helfen?



Die Einsendungen sind bis spätestens 30. Juni an die Redaktion FUNK-TECHNIK unter dem Kennwort „Wo steckt der Fehler" Aufgabe Nr. 6, Berlin-Friedenau, Bdüsingstraße 11, zu richten. Die Preisverteilung erfolgt bei Eingang mehrerer richtiger Lösungen durch Los und ist unanfechtbar. Die Namen der Preisträger werden in Heft 11 an dieser Stelle veröffentlicht. Die Preise werden den Gewinnern unmittelbar zugesandt. Für die beutige Aufgabe stehen folgende Preise zur Verfügung:

1. Preis: 1 Lautsprecher + RM 60,—
2. Preis: 1 Skala + RM 25,—
3. Preis: 1 Sperrkreis + RM 10.—

FT BRIEFKASTEN

R. S., Berlin SO 36

Nachdem ich in einem VE 301 W die Gleichrichterröhre RGN 354 durch einen Selengleichrichter ersetzt habe, brummt das Gerät, wenn ein Sender scharf eingestellt wird, also besonders beim Anziehen der Rückkopplung. Kann der Gleichrichter daran schuld sein und gibt es dann eine wirksame Abhilfe?

Antwort:

Es kommt häufig vor, daß bei Netzanschlußgeräten ein HF-Stromkreis über die Gleichrichterstrecke und das Lichtnetz verläuft. Hierbei macht sich der Widerstand der Gleichrichterstrecke insofern bemerkbar, als beim Durchfließen die Hochfrequenz von der überlagerten Niederfrequenz von 50 Hz moduliert wird. Ganz besonders ist das bei Selengleichrichtern der Fall, da hier der Widerstand höher ist als bei Gleichrichterröhren. Eine Abhilfe ist leicht gefunden: Es ist einfach dafür zu sorgen, daß der HF-Widerstand geringer wird, ohne daß der NF-Widerstand sich wesentlich ändert. Dies erreicht man durch Parallelschalten eines Kondensators von 0,01 bis 0,1 µF zur Gleichrichterstrecke. Diese Maßnahme ist überhaupt grundsätzlich zu empfehlen, gleichgültig ob mit Einweg- oder Doppelweggleichrichtung, mit Röhren- oder Selengleichrichtung gearbeitet wird.

P. M., Freiberg (Sachsen)

Aus Kreisen der von mir belieferten Bastler bekomme ich ständig Anfragen über die Möglichkeiten, die Trennschärfe bei Einkreisempfängern zu verbessern, oder gar Klagen über die Qualität der gelieferten Spulensätze. Es handelt sich da meist um die zur Zeit im Handel üblichen Eisenkernspulen, die sämtliche Wicklungen auf einem Rollenkern tragen. Besonders groß sind die Trennschärfeschwierigkeiten bei den kürzeren Mittelwellen, speziell zwischen AFN und der Nordwestdeutschen GW. Wo könnte da der Fehler liegen?

Antwort:

Ein Maß für die mit einfachen Mitteln erreichbare Trennschärfe dürfte die Leistung des VE 301 Dyn oder DKE sein, mit denen sich recht gute Ergebnisse erzielen lassen. Der Unterschied im Aufbau liegt klar auf der Hand: Im Gegensatz zu der von Ihnen erwähnten Spulentype sind beim VE bzw. DKE sowohl die Selbstinduktion als auch der Kopplungsgrad veränderlich. Wenn Sie also bessere Ergebnisse erzielen wollen, müssen Sie auf die Bequemlichkeit der fest aufgebrachten Antennenwicklung verzichten und eine neue, um mindestens 90° schwenkbare Antennenspule vorsehen, die bei maximaler Kopplung flach vor der Stirnseite des Eisenkerns liegt. Es kann für Mittelwelle eine einfache Flachspule von etwa 80 Windungen, möglichst mit einigen Anzapfungen für die kürzeren Wellen, sein. Bei Langwelle sind etwa 400 Windungen zweckmäßig. Konstruktive Einzelheiten ergeben sich aus der vorliegenden Eisenkernspule und nähere Angaben darüber würden hier zu weit führen.

Ch. R., Worpswede

Das magische Auge in meinem Empfänger, eine EFM 11, läßt immer mehr in seiner Helligkeit nach, so daß man außer beim Ortssender nicht mehr danach einstellen kann. Im übrigen kann ich über Leistung und Ton des Gerätes nicht klagen, so daß ich kaum annehme, daß die Röhre verbraucht ist. Wie kann man evtl. eine bessere Helligkeit erzielen?

Antwort:

Der Verstärkerteil eines magischen Auges hat eine längere Lebensdauer als der Anzeigeteil, da sich die grün fluoreszierende Schicht schneller erschöpft als die Katode. Es ist deshalb durchaus klar, daß trotz schlechter Anzeige Ihre Röhre noch sauber verstärkt. Eine Erhöhung der Helligkeit wäre nur durch Erhöhung der Anodenspannung möglich, was jedoch wegen der gesteigerten Beanspruchung der Leuchtschicht sehr bald und auch endgültig nachlassen würde, außerdem wird bei höherer Anodenspannung die Winkeländerung der Leuchtsektoren geringer, die Anzeige also unempfindlicher. Man kann also in Ihrem Falle nur die Röhre auswechseln, oder, wenn das nicht möglich sein sollte, auf die Anzeige verzichten. Bei Vorhandensein eines anderen Typs, z. B. EM 11, kann man durch einen entsprechenden Umbau des Gerätes die EFM 11 mit ihren Funktionen auf das neue magische Auge und beispielsweise eine EF 11 verteilen.

FT Zeitschriftendienst

Ein Röhrenempfänger im Taschenformat

Die Funktechnik hat in den letzten Jahren, vor allem im Auslande, erhebliche Fortschritte gemacht. So ist es gelungen, haselnußgroße Röhren zu entwickeln und Empfänger zu bauen, bei denen an Stelle der Schaltdrähte eine silberhaltige Flüssigkeit auf eine dünne keramische Platte in Linienform aufgetragen wird. Das geschieht mit Hilfe von Schablonen und ist im Grunde nichts anderes als das Zeichnen eines Schaltungsschemas, das sonst mit Bleistift und Ausziehtusche erfolgt.

Dieses Gerät, das Taschenformat hat, und bei dem nur der Netzumformer bzw. die Batterien und natürlich auch der Lautsprecher die alten Ausmaße aufweisen, wurde aus dem in den angelsächsischen Ländern berühmten „Radiozünder" der Fünfzollgranaten entwickelt, der eine richtige Sende- und Empfangsanlage ist. Die Arbeiten begannen im August 1940, und bereits im Januar 1943 konnte das Gerät praktisch im Kampfe gegen Japan verwendet werden. Es stellt eine funktechnische Meisterleistung dar, denn es ist nicht viel größer als ein Zeit- und Aufschlagzünder, obgleich es als Fünfröhrengerät ausgebildet wurde. Der Radiozünder hat eine kurze Antenne und eine Stromquelle, die in der Kunststoffkappe untergebracht ist. Der Strom braucht bei dem Zünder nur eine kurze Zeit zu fließen, so daß man mit einer kleinen Anlage auskommt. Der flüssige Elektrolyt wird beim Abfeuern durch die Zentrifugalkraft aus einem Glasgefäß herausgedrückt und damit wirksam. Das Funkgerät beginnt sofort zu arbeiten und strahlt Zentimeter- oder Dezimeterwellen ab. Diese werden vom Ziel zurückgeworfen, vom Empfänger wieder aufgenommen, und nach einem elektrischen Verfahren wird die Laufzeit auf

diesem Hin- und Rückweg ausgewertet. Wenn sich das Ziel in einem Abstand von 20 ... 25 m von der Granate befindet, wird die Zündung ausgelöst. Um Fehlzündungen zu vermeiden, wird erst nach einigen hundert Metern Flugstrecke der Zündmechanismus durch einen Quecksilberschalter entsichert, nachdem er zuvor durch einen Zentrifugalschalter freigegeben wurde

Diese funktechnischen Erfahrungen sollen sich nun nach einer Mitteilung des „National Buro of Standards" in den USA in der friedlichen Tätigkeit des Empfängerbaues auswirken. Bei dem entwickelten Gerät sind nicht nur die Leitungsdrähte mit einer metallhaltigen Tusche aufgezeichnet, sondern auch die Spulen. Die Kondensatoren bestehen aus aufgeklebten, papierdünnen Keramikscheibchen, die ebenfalls auf beiden Seiten versilbert sind, ein Verfahren, das lange vor dem Kriege auch in Deutschland durchgeführt wurde. Die Widerstände werden mit einer Kohletinte aufgedruckt Das alles bedeutet eine ungeheure Vereinfachung des Empfängerbaus und vor allem auch erhebliche Werkstoff- und Zeitersparnisse, doch dürfte sich dieses Verfahren auf den Bau von Qualitätsempfängern kaum anwenden lassen. W M.

Hochfrequenzwellen für die Fertigung

Nach einer Mitteilung der in USA. erscheinenden Zeitschrift „The Iron Age" hat die Telephon & Radio Corp. Newark, N. J., eine Anlage gebaut, mit der durch Kurzwellen Kolbenbolzen in der wirtschaftlichsten Weise gehärtet werden können. Das „Megatherm" genannte Gerät hat als Kernstück eine aus dünnem Kupferrohr hergestellte Induktionsspule mit 5 Windungen Die Spule hat einen Durchmesser von 20 mm und ist 25 mm lang und um ein Glasrohr gewickelt Sie wird mit einem Hochfrequenzstrom von 5 MHz beschickt. Die Kolbenbolzen werden selbsttätig durch das Glasrohr geführt und dabei auf eine Tiefe von 0,6 mm erhitzt. Im Anschluß daran werden sie in Wasser abgeschreckt 75 Kolbenbolzen von 64 mm Länge und 18 mm Durchmesser können auf diese Weise in der Minute gehärtet werden Da die Wärme nur geringfügig in das Gefüge eindringt, verlieren die Bolzen nicht ihre Maßhaltigkeit. Man kann sie daher vor dem Härten fertig bearbeiten Durch den Wegfall jeder Nacharbeit wird ein erheblicher Zeitgewinn zusätzlich erzielt.

FT MITTEILUNGEN

Um Verwechslungen vorzubeugen, machen wir unsere Leser darauf aufmerksam, daß der Verlag der „Hamburger Funk-Technik" mit uns in keinem Zusammenhang steht. Unsere Zeitschrift erscheint monatlich zweimal mit einem Umfang von 32 Seiten.

Briefkasten-Anfragen werden nach wie vor kostenlos direkt beantwortet. Allgemein interessierende Anfragen und Antworten werden in der FUNK-TECHNIK selbst veröffentlicht.

Anschriften für

Abonnementsbestellungen:

Druckerei- und Vertriebsgesellschaft m. b. H., Berlin W 8, Taubenstraße 48/49, Telefon: 42 51 81, sowie deren Filialen in allen Stadtteilen Berlins.

Inserate:

Anzeigenverwaltung der FUNK-TECHNIK (Berliner Werbe Dienst), Berlin W 8, Taubenstraße 48/49, Telefon: 42 51 81.

Neue Anschrift der Redaktion

Berlin-Friedenau
Büsingstraße 11

FUNK-TECHNIK erscheint mit Genehmigung der französischen Militärregierung. Monatlich 2 Hefte. Verlag: Wedding-Verlag G. m. b. H., Berlin N 65, Müllerstr. 1a. Chefredakteur: Curt Rint. Bezugspreis 12,— RM vierteljährlich zuzüglich Zustellgebühr bzw. Streifbandporto: in Berlin 4 Pf., in der sowjetischen Zone 8 Pf., in den westlichen Zonen 16 Pf. je Heft. Postscheckkonto: FUNK-TECHNIK Berlin 15 410 (nur für Überweisungen aus Berlin und der sowjetischen Zone). Bestellungen bei der Druckerei- und Vertriebsgesellschaft m b H., Vertriebsabteilung der FUNK-TECHNIK, Berlin W 8, und deren Filialen in allen Stadtteilen Berlins, bei den Berliner Postämtern und den Buch- und Zeitschriftenhandlungen. Anzeigenverwaltung: Berliner Werbe Dienst, Berlin W 8, Taubenstraße 48/49, Telefon: 42 51 81. Der Nachdruck einzelner Beiträge ist nur mit Genehmigung des Verlages gestattet. Druck: Ernst Steiniger Druck- und Verlagsanstalt, Berlin SW 61, Immelmannstraße 10. ICB 1046.

Radio - Foto - Kino
Inh. Hans Goscimski
Ankauf und Verkauf von Projektoren für Normal- u. Schmalfilm - Tonfilme 16 mm - Tongeräte - Verstärker - Lautsprecher. Spezialität: Eisenkern-Spulen für Rundfunkempfänger - Bastlermaterial aller Art.
Radio-Fachgeschäft TIERGARTEN
Berlin NW 21, Turmstr. 47a

FT-Tausch-Dienst
SEITE 30

In jeder Werkstatt, in jedem Betrieb sollte
Hansaplast
Wund-Schnellverband
für leichte Unfälle und kleine Verletzungen jederzeit verfügbar sein
Verlöglig nur beschränkt lieferbar

Rundfunk u. Elektrohaus
BERLIN-MITTE
Dipl.-Ing. Heinz Posser
Berlin C 2, Prenzlauer Str. 22 Am Alexanderplatz
Ankauf und Verkauf sämtlicher Rundfunk- und Elektro-Geräte. Tausche Ihre Apparate in Gleichstrom gegen Wechselstrom und umgekehrt. Größte Rundfunk- und Elektro-Reparaturwerkstatt im Zentrum. Röhrentausch sämtlicher in- und ausländischer Röhren. Umbau auf Allstrom, Röhrenprüfstation, Akkuladestatio

Rufen Sie mich gleich
wenn Sie Radio-Sorgen haben. Lassen Sie nicht erst Unbefugte an Ihren heute unersetzlichen Apparat. Ich, der Funkberater des Funkberaterringes Stuttgart, bürge für die bestmögliche Reparatur Ihres Gerätes, wenn Sie sich gleich an Ihren nächsten rührigen, gewissenhaften, sehr erfahrenen Radio-Elektrohändler wenden, der voll Stolz den Namen trägt:
Ihr Funkberater
Beliebt bei Kunden wie Lieferanten

„RADIOPHON"
An unsere Geschäftsfreunde!
Unsere Verkaufsabteilung Berlin-Charlottenburg 2, Hardenbergstraße 8, befindet sich ab 1. 4. 47 wieder in
BERLIN N 4, CHAUSSEESTRASSE 117
in den früheren Räumen der Commerzbank. Fernsprech-Sammel-Nr. 42 18 24. U-Bahn und S-Bahn Stettiner Bahnhof Ecke Invalidenstraße. Wir bitten hiervon Kenntnis zu nehmen.
Hochachtungsvoll
RADIOPHON · WILLI SCHRODER K.-G.

Radiohaus HANSA
Inh. Ing. Paul Schadowski & Co.
BERLIN-NW 87 ALT MOABIT 49
Fernruf: 39 38 53
Bastlerquelle — Ankauf — Radiotausch
von Radio- und Elektromaterial sowie Röhren aller Art und Menge

. . . wer bastelt kennt
VINETA-Funk
FRITZ WIPOST
Das RUNDFUNK-FACHGESCHÄFT
Beachten Sie meine Werbefunksendungen
BERLIN-PANKOW, Berliner Straße 77 und
BERLIN-LICHTENBERG, Frankfurter Allee 194
Telefon: 42 63 77 und 48 23 77

GEGR. 1908 STEMPEL LÖHRIG
Gummistempel
Metall- u. Signierstempel
Schilder in Glas, Emaille, Blech, Metall
Klischees / Gravierungen
Berlin - Neukölln, Reuterstraße 17
Ecke Karl-Marx-Straße

HORN UND MITTELDORFF KG
Elektro-Rundfunk-Grosshandlung
BERLIN-CHARLOTTENBURG 9
NUSSBAUMALLEE 34
MITGLIED DER ERM

RUNDFUNKGERÄTE
Umbau, Neuherstellung und Reparaturen Rundfunkersatzteile, wie Lautsprecher, Gehäuse, Kondensatoren, Widerstände usw. im beschränkten Umfange lieferbar . . Kaufe auch selbst jede Menge von Rundfunkersatzteilen, sowie Röhren jeder Art.
PAUL SCHEFFEL, BERLIN-NEUKÖLLN, WEISESTR. 18

VIRTONA OFTSPIELNADELN
in großen und kleinen Posten laufend für Groß- und Einzelhandel von Alleinvertrieb abzugeben. Elektromaterial, Radioeinzelteile, Meßbrücken, Vorschaltwiderstände 2600 Ω, Motorschutzschalter 60 Amp., Leitungs- und Durchgangsprüfer für den Einzelhandel liefert
WILLI COSEMANN GROSSHANDEL
Berlin-Neukölln, Hobrechtstraße 47

Ernst Bollmann
Inh. Georg Wentz Erben
Elektro-Radio-Großvertrieb
Fabrikation elektr. Spezialartikel
DRESDEN N 6
Fritz-Reuter-Straße 10
Ruf: 51 056

Epochale Entwicklung der
SÄCHSISCHEN LANDES-LOTTERIE
ZIEHUNG I. KLASSE AM 15. UND 16. JULI 1947
Jetzt im günstigen Falle **500 000** RM
Gewinn **300 000** „
Prämie **200 000** „
Gewinn **100 000** „
und zahlreiche Mittelgewinne. Gewinne sind einkommensteuerfrei.
Lospreise je Klasse: 1/8 3.— 1/4 6.— 1/2 12.— 1/1 24.— RM
Bestellen Sie noch heute, da Nachfrage sehr groß bei
SÄCHS. LANDESLOTTERIE-EINNAHME
OTTO HOPPE, (10 b) LEIPZIG C 1, KREUZSTR. 36
Postscheck: Lotterie Konto Hoppe, Leipzig 11 23 25

QUARZ-MESSENDER Type UEP/W
Meßbereich 100 kHz bis 25 MHz, Genauigkeit ± 5 × 10⁻⁶. Netzanschluß 110 und 220 V Wechselspannung, eingebaute Modulation und Fremdmodulation, regelbare Ausgangsspannung, eingebaute künstliche Antenne, erforderliche Röhre: EF 11, EF 12 oder EF 13, komplettes Zubehör f. Rundfunkinstandsetzung, einfache Handhabung — große Betriebssicherheit
Bitte Listen anfordern!
HE
Heinz Evertz
Piezoelektrische Werkstätte
Stockdorf bei München
Gautinger Straße 3
Fernsprecher: 69350

Radio-Rehm
BERLIN C 2, Rosenthaler Straße 40-41
Tel. 42 66 40
sucht perfekten Rundfunkinstandsetzer oder Rundfunkmechaniker | Röhrentausch u. Ankauf sämtl. Rundfunk- u. Elektromaterialien

RADIO- UND ELEKTRO-MÜLLER
INHABER: ERICH MÜLLER, INGENIEUR
Müfa — ELEKTRO-RADIOVERTRIEB REPARATUR-WERKSTÄTTEN — Müfa
BERLIN SW 61, TEMPELHOFER UFER 11, FERNRUF 66 76 54

Verlangen Sie bei Ihrem Händler
Ha Ge S-Lautsprecher
Herst.: Elektrotechn. Spezialfabrik Hans Georg Steimer, Berlin N 20
Dronthelmer Straße 27 / Tel. 46 29 28
Fordern Sie Lieferbedingungen an

Verkaufe Selen-Gleichrichter
18 Platten 25 mm Durchm. Gegenlieferung von Chromnickeldraht, Kupferlackdraht, Preßmasse „S" (Pulver), Werkzeug oder Röhren erwünscht. Angebote unter: Funk24, Berl. Werbe Dienst, Berlin W8, Taubenstr. 48/49.

Radio-Großhdlg.
RADIO BERNSTEIN
BERLIN N 31
Brunnen Str. 67
Kauft laufend alle einschlägigen Artikel

Radio Michael Lewin
Berlin-Schlachtensee, Grunewaldstr. 78
Ankauf — Verkauf — Tausch
von Radioapparaten und -röhren.
Röhren P 2000 geg. Höchstpreis ges.
Erfahrener Rundfunk-Instandsetzer wird eingestellt.

Radio **HEINE**
Am Bahnhof Altona
Bahnhofsplatz • Pavillon • Ruf 42 33 43

DX **SPULEN UND SCHALTER für die Funktechnik sind ein Begriff** **HALLO OM**
Durch Rohstoffmangel z. Zt. nur geringe Stückzahl möglich. Bezug nur durch den Einzelhandel
Hersteller: **ING. H. KÄMMERER, BLN.-NEUKÖLLN**
BERGSTRASSE 38, JETZT KARL-MARX-STRASSE 176 • RUF 66 77 97